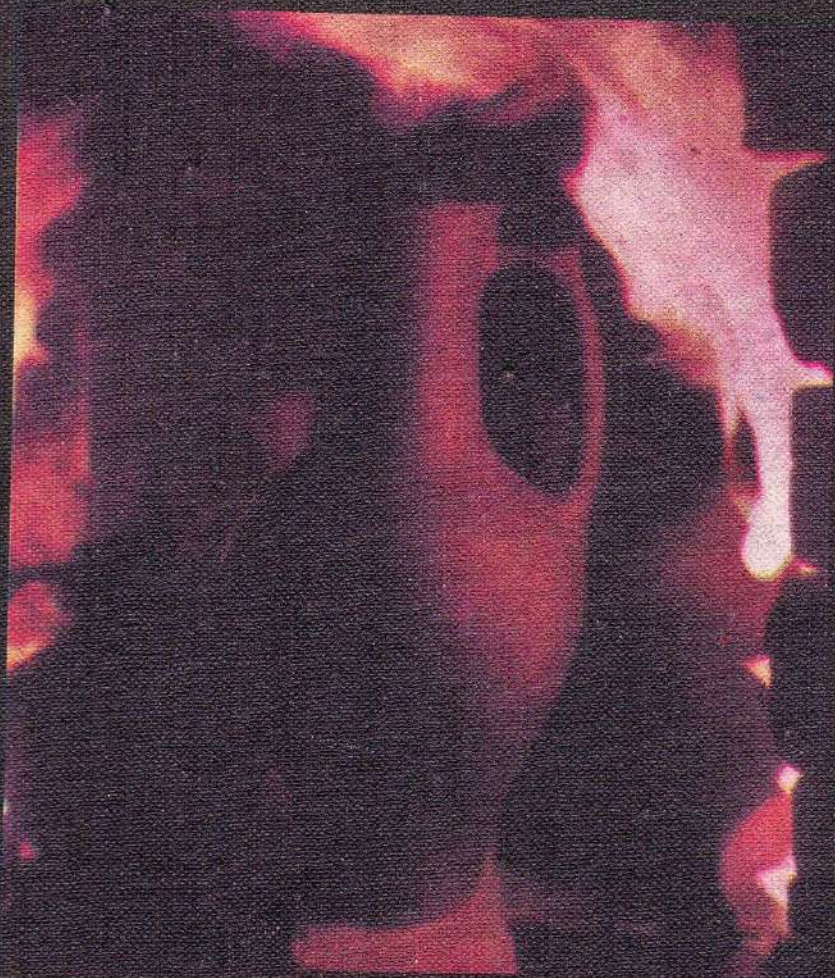
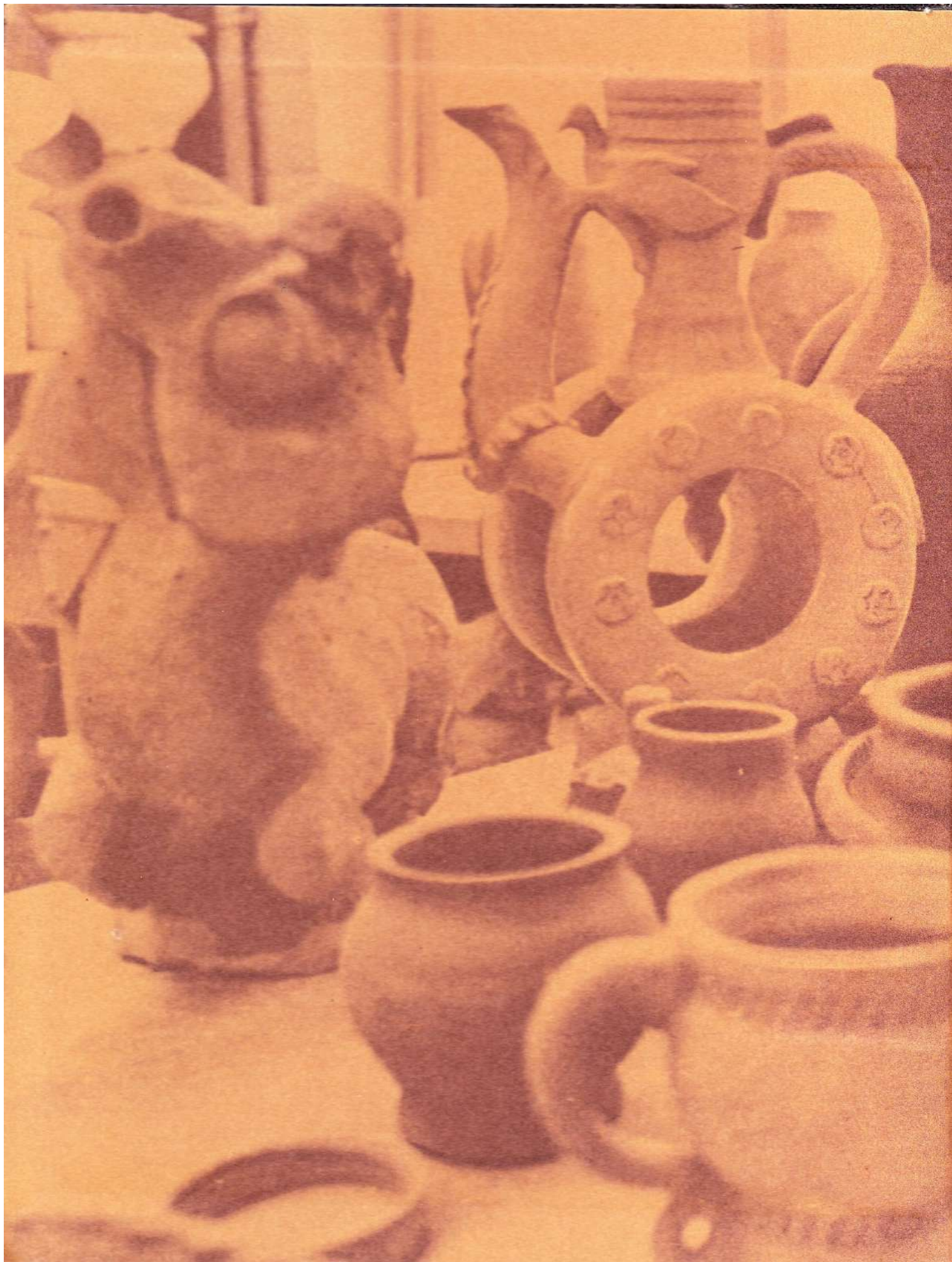
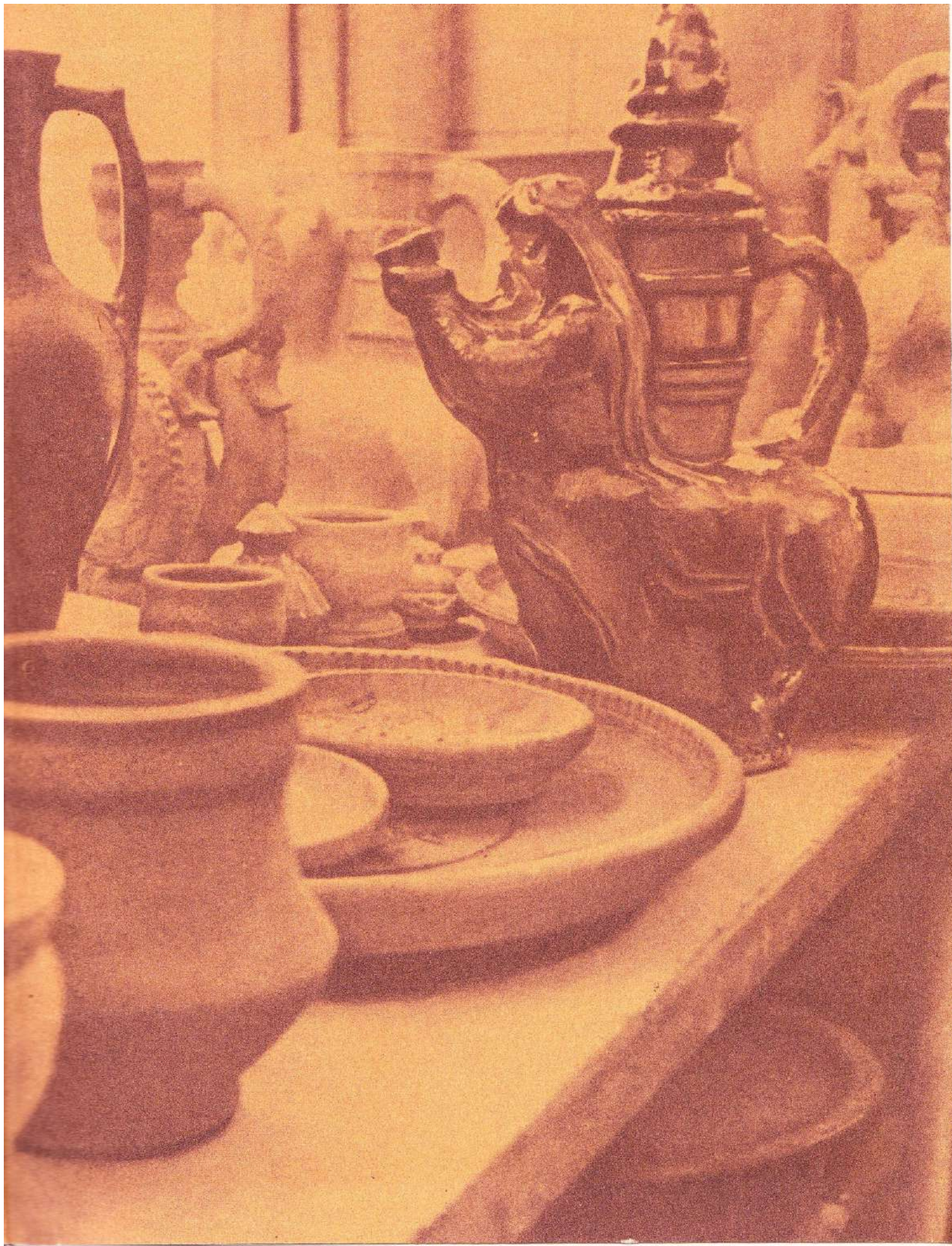


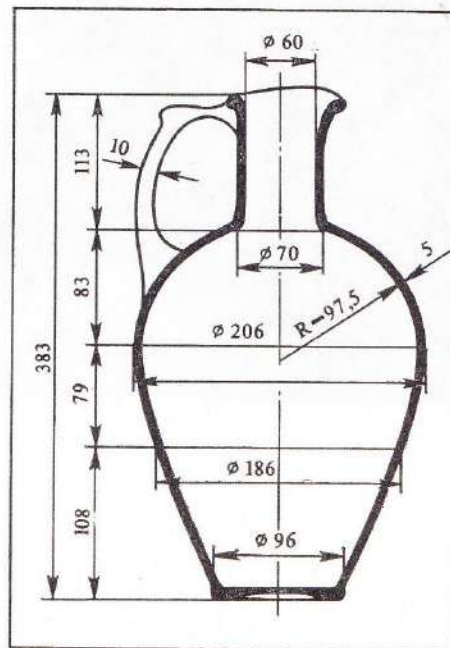
ГЕЛУКИЧ
КОНСТРУИРОВАНИЕ
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
ИЗДЕЛИЙ
ИЗ
КЕРАМИКИ







КОНСТРУИРОВАНИЕ
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
ИЗДЕЛИЙ
ИЗ
КЕРАМИКИ



Г.Е.ЛУКИЧ

КОНСТРУИРОВАНИЕ
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
ИЗДЕЛИЙ
ИЗ
КЕРАМИКИ

(ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ)

*Допущено Управлением учебных заведений
и научных учреждений Министерства культуры СССР
в качестве учебника для художественных
и художественно-промышленных вузов*

МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»
1979

ББК 85.12
Л84
УДК 738

Рецензенты:

кафедра художественной керамики
(Львовский государственный институт
прикладного и декоративного искусства);
Рягин В. Д. (зам. министра легкой промышленности РСФСР)

Лукич Г. Е.

Л84 Конструирование художественных изделий из керамики (теоретические основы формообразования): Учебник. — М.: Высш. школа, 1979. — 182 с., ил.

В пер.: 1 р. 20 к.

В книге изложены вопросы развития и принципы конструирования изделий из керамики. Четко изложена закономерность зависимости формообразования и технологии изготовления изделий от природных особенностей исходного сырья.

Л $\frac{80104-462}{001(01)-79}$ 124-79

2802030000

6П73
ББК 85.12

ПРЕДИСЛОВИЕ

В решениях XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. особо подчеркивается, что главная задача пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса, ускорения роста производительности труда и улучшения качества выпускаемой продукции.

В условиях значительного роста материального благосостояния советского народа для обеспечения намеченного роста производства товаров необходимо усилить техническую оснащенность предприятий легкой и пищевой промышленности. Производство оборудования для этих отраслей возрастет в два раза.

В решении общей задачи подъема материального и культурного уровня жизни народа на долю фарфоро-фаянсовой промышленности приходится увеличение выпуска бытовой посуды в два раза, причем в решениях съезда имеются прямые указания о том, что при вводе в действие новых мощностей нужно исходить из необходимости использования только современной технологии.

Для современного поточного производства должны быть разработаны новые конструкции промышленных образцов бытового фарфора, отвечающие современным требованиям технологии их изготовления и возросшим запросам трудящихся в свете решения задач, поставленных XXV съездом КПСС.

Современные методы тиражирования художественных промышленных изделий вообще и в частности художест-

венной керамики позволяют организовать массовый выпуск высокохудожественных изделий на полностью автоматизированных технологических линиях. Такие способы тиражирования художественной керамики (фаянс, фарфор, каменные массы, майолика и терракота), как, например, штамповка из порошкообразных керамических масс, формование объемных изделий в пресс-формах, печатание декора керамическими красками на фарфоре и фаянсе, подглазурный и надглазурный деколь, фотокерамический способ декорирования, комбинированная штамповка рельефа и перенесение отштампованного рельефа на объемные формы, шликерное литье и другие способы получения художественной керамики, вполне могут быть автоматизированы даже при очень сложных композиционных решениях промышленных образцов.

Ошибки или недоработки, допущенные художником-конструктором при создании проекта и модели промышленного образца в отношении конструктивности и технологичности, вызовут целый ряд трудностей при проектировании узлов автоматической линии, конструктивная разработка которой рассчитывается на выпуск данной модели.

Совершенство модели определяется не только собственно функциональностью, конструктивностью и технологичностью промышленного образца, но и его соответствием функциональному процессу, в котором он будет участвовать. Художественное решение модели определяется не только эстетическими качествами самой модели, но и ее соотношением с другими вещами, с окружающей средой, в которой она будет

эксплуатироваться, средой, частью которой она должна стать.

Изложенная в книге рабочая методика конструирования художественной керамики последовательно рассматривает закономерности формообразования керамической посуды в зависимости от ряда условий, начиная от природных особенностей исходного сырья: его структуры, воздушной усадки, огневой усадки, степени спекания, температуры обжига, газовой среды обжига, прямых функций каждого предмета, входящего

в набор посуды (сервиз), функционального процесса, архитектурно-предметной среды, в которой будет функционировать проектируемая посуда.

В рабочую методику конструирования посуды входят математические расчеты рабочих объемов посуды — промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности. В книге приводится методика расчетов расхода материалов (фарфоровых масс и глазурей), необходимых для изготовления промышленных образцов посуды.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОСУДЫ

I.1

Изучение функционального процесса, в котором будет эксплуатироваться проектируемая посуда

В связи с развитием сети общественного питания и появлением новых его видов (на самолетах, в условиях полевых станций, столовых и буфетов самообслуживания) условия эксплуатации посуды настолько изменились, что старые формы фарфоровой посуды оказываются неприемлемыми или вызывают ряд существенных неудобств.

Следует отметить, что, если, например, будут разработаны оптимальные формы фарфоровой посуды, отвечающей всем требованиям функционального процесса, то такая посуда не может быть заменена посудой, разработанной также оптимально для другого конкретного вида питания. Так, например, посуда для самолета и большегрузных автомашин дальнего радиуса действия не может быть взаимозаменяема.

При разработке новых промышленных образцов фарфоровой или фаянсовой посуды в соответствии с изменившимися условиями ее эксплуатации необходимо конструирование художественного фарфора поставить на научную основу, для чего целесообразно использовать современный научный метод проектирования промышленных образцов — художественное конструирование. Это тем более необходимо, так как в девятой пятилетке на существующих фарфоровых заводах введено много новых технологических линий и строится ряд новых заводов. Общий выпуск фарфоровой посуды в ближайшие годы будет

увеличен более чем в два раза. Необходимо, чтобы эта масса художественного фарфора, исчисляемая в миллионах штук изделий, с самого начала ее выпуска, т. е. с момента конструирования промышленных образцов, оптимально отвечала требованиям эксплуатации.

1. Посуда для жилой квартиры: а) кухонная посуда; б) столовая и чайная посуда повседневного пользования; в) праздничная столовая и чайная посуда, подаваемая на стол только по праздникам, а в обычные дни стоящая в застекленном шкафу или серванте и функционирующая как декоративный элемент, украшающий интерьер столовой жилой квартиры.

2. Посуда для сети общественного питания: а) столовых, обслуживаемых официантами, где наряду с новой может употребляться посуда ресторанного типа традиционных старых форм (крупногабаритная, с большим разнообразием форм); б) столовых самообслуживания, для которых посуда должна проектироваться компактных форм, так как она должна удобно размещаться на подносе, на стойке, столике (поднос должен проектироваться одновременно с комплектом посуды); в) закусовых самообслуживания специального назначения (пашлычные, чебуречные, пирожковые, кофе-молочные и т. д.); во всех случаях различный рацион и условия питания будут требовать различного подхода к проектированию каждого предмета в отдельности и всего комплекта посуды вместе с подносом; г) для организации питания на самолетах. Размеры и формы всех предметов, входящих в комплект специальной фарфоровой бортпосуды должны соответствовать требованиям контейнеризации и размещения в шкафах для подогрева или холодильниках, на стойках буфета, кухни, на тележках, на откидном столике пассажирского кресла; д) для организации питания в условиях полевого стана; е) для организации питания в условиях работы шофера на дальних рейсах большегрузных автомашин и т. д.

1.2

Определение назначения комплекта посуды в соответствии с функциональным процессом, предусмотренным конкретным заданием на конструирование

Вначале необходимо определить:

а) состав комплекта посуды в зависимости от заданного рациона; б) функциональное назначение комплекта посуды в целом и полноту соответствия его заданному функциональному процессу как всего комплекта, так и каждого предмета. Этот предварительный анализ необходимо провести начиная с раскладки рациона, размещения посуды с рационом на стойках буфета, перестановки посуды с рационом со стойки на поднос, переноски от стойки к столу, размещения на столе и кончая удобством мойки и складирования в рабочий контейнер; в) рабочий объем каждого предмета, входящего в комплект посуды; г) функциональное соотношение отдельных предметов, входящих в комплект.

Хотя непосредственное назначение каждого отдельного предмета, входящего в комплект (сервиз), не исчерпывает его функции, тем не менее предварительное определение функции является обязательным условием художественного конструирования, так как прямая функция в значительной мере определяет форму каждого из предметов сервиза. Эстетическая ценность комплекта фарфоровой или фаянсовой посуды (как, впрочем, и любых предметов прикладного искусства) в значительной мере зависит от того, насколько полно форма отражает функцию, т. е. в данном случае, насколько полно каждый предмет, входящий в комплект, выражает свое назначение. Однако из этого не следует, что «форма следует за функцией», как это считали «функционалисты» 20-х годов. Функция и форма в прикладном ис-

кусстве являются взаимосвязанными категориями.

Здесь уместно привести высказывание К. Маркса о том, что физические свойства красок и мрамора не лежат вне живописи и скульптуры. Живописец визуально анализирует цвет красок, определяет с помощью художественного анализа, какими красками можно писать корпусно, а какие краски можно использовать для лессировок и т. п.

Скульптор подбирает глыбу мрамора, определяет, вписывается ли его композиция в форму камня или придется ее изменить или взять другую глыбу.

Подобным образом должен действовать и художник-керамист, зная физико-химические свойства различных видов керамических материалов (фарфора, фаянса, майолики, каменных масс): температуру обжига, от которой зависит степень спекаемости; степень просвечиваемости фарфора; цвет черепка каменных масс; декоративные качества эмалей и глазурей; свойства керамических красок и др. Методом художественного анализа определяют, какой из керамических материалов наиболее полно отвечает требованиям, предъявляемым как прямыми функциями каждого отдельного предмета, входящего в комплект, так и требованиям функционального процесса, для которого предназначается проектируемая посуда, и предметной среды, в которой будет осуществляться функциональный процесс.

Эта задача художников-керамистов решается в двух направлениях: проектирование отдельных элементов сервиза с учетом их взаимодействия в системе, т. е. в комплекте сервиза и предметной среды (интерьер и его обстановка в целом); проектирование и комплектование системы в целом.

Художественное конструирование имеет комплексный характер. Не случайно с возникновением и развитием ди-

зайна связано развитие ряда таких дисциплин, как эргономика, инженерная психология, антропометрия, социометрия, целью которых является определение параметров основных элементов структуры вещи в системе человек — вещь, человек — техника. Для художника-конструктора формализованные данные этих и других конкретных наук служат исходным материалом и определяют границы его творчества. Творческая интуиция, в свою очередь, позволяет связать показатели различной модельности, минуя недостающие связи, в единое целостное как с точки зрения производства, так и с точки зрения потребления.

1.3

Изучение архитектурной, предметной среды, для которой проектируется комплект посуды (сервиз)

В условиях становления новых форм социалистического образа жизни общества, удовлетворения дифференцированных потребностей и запросов населения в отношении комфортабельности предприятий общественного питания перед художниками-керамистами ставится задача создания таких промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности, которые в полной мере могли бы отвечать не только своему функциональному назначению, но и требованиям архитектурной, предметной среды.

Речь идет не о единственном, самостоятельном и изолированном воздействии архитектурной или предметной среды, а среды как элемента всего комплекса уже не раз упоминавшихся факторов. Когда мы говорим об архитектурной среде в связи с влиянием ее на формирование художественного фарфора, и фарфоровой посуды в част-

ности, то мы, как правило, имеем в виду не только архитектурный стиль, но и конкретное влияние интерьера как непосредственного фактора, влияющего на форму всех предметов, находящихся в данном интерьере.

В этом случае архитектурная среда может быть представлена как экстерьер и даже экстерьер с ландшафтом.

Композиция фарфорового сервиза и по форме, и по содержанию декора должна соответствовать окружающей обстановке.

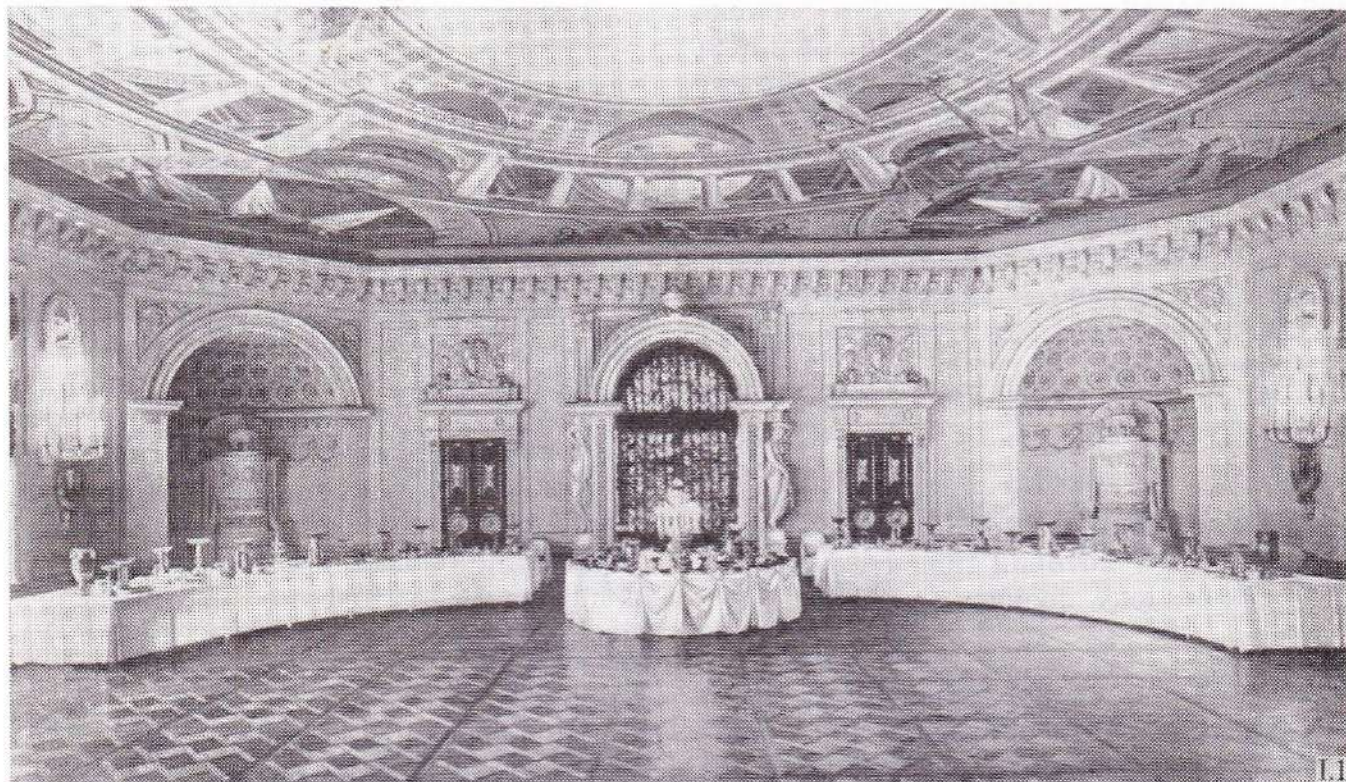
Если проектируют фарфоровую посуду, предназначенную для питания, например, в кабине летчика или в салоне, в кабине шофера большегрузной автомашины дальних рейсов (кабина иногда очень просторная), мы говорим уже об этом объеме временного обитания человека как о предметной среде.

Влияние общего архитектурного стиля на формирование фарфора оказывается в разных случаях весьма неравноценным. В одних случаях влияние общего стилевого решения интерьера на формирование фарфора является доминирующим и определяет все формы художественного фарфора, как это, например, имело место в классическом решении композиции дворцового «Гурьевского сервиза» (рис. I. 1, I. 2, I. 3). В других дворцовых сервизах более позднего периода влияние архитектурной среды выражено менее ярко. Тем не менее при анализе форм художественного фарфора всегда можно проследить влияние архитектурной среды на форму фарфоровой посуды.

Классическим примером полного соответствия форм фарфоровой посуды архитектурно-предметной среде может служить «Гурьевский сервиз», выполненный по проекту С. Пименова.

Формирование фарфора первой четверти XIX в. целиком следовало стилевому направлению архитектуры — русскому ампиру. Русский амбир явля-

И.И. «Гурьевский сервиз».
Автор скульптор С. Пименов



ется оригинальным национальным русским стилем, творчески переработанным русскими архитекторами, скульпторами и художниками, в том числе и художниками, работавшими в области искусства фарфора.

«Гурьевский сервиз» — крупнейшее художественное произведение, созданное Императорским фарфоровым заводом в первой четверти XIX в., демонстрирует блестящее мастерство русских архитекторов, скульпторов и художников, сумевших создать цельную композицию сложного ансамбля, в котором каждый предмет является неотъемлемой частью интерьера.

Автор «Гурьевского сервиза» — скульптор С. Пименов, профессор Ака-

демии художеств, в 1809 г. был приглашен на императорский фарфоровый завод в качестве руководителя скульптурной части завода. Этот сервиз выполнялся несколько лет (в течение 1809—1817 гг.) под руководством автора, а затем к нему доделывались отдельные предметы в течение всего XIX в.

Несмотря на необыкновенное разнообразие форм, сервиз производит цельное впечатление: это торжество победы русского народа в Отечественной войне 1812 г., выраженное богатством форм и цвета.

Интерьер дворцового зала, все предметы убранства и этот огромный сервиз в целом и каждый предмет в отдельности настолько взаимодействуют с интерь-

1.2. Отдельные предметы
из «Гурьевского сервиза»



*И.З. Сухарница.
«Гурьевский сервиз»*

ером, что невозможно себе представить этот художественный фарфор в отрыве от его окружения (как сейчас принято говорить — предметной среды).

К 1830 г. ампир закончил свое существование как господствующий стиль Императорского фарфорового завода. Тем большую ценность представляет собой «Гурьевский сервиз» С. Пименова как образец композиционного решения большого парадного сервиза с большим идейным содержанием. Формообразование каждого из предметов и всего сервиза в целом в полной мере отвечает комплексу следующих требований: идейному содержанию композиции; функциональному процессу парадного приема, который сопровождается торжественным обедом (банкет); функциональному назначению всего комплекта сервиза в целом и каждого предмета в отдельности; конструктивной целесообразности каждого предмета и всего комплекта предметов (с точки зрения обеспечения функционального процесса). Полное соответствие архитектурно-предметной среде, выявление красоты и специфики материала, из которого выполнен сервиз, использование декоративных возможностей фарфора как материала, керамических красок, в том числе и пре-



паратов золота для росписи фарфора, — все это определяет назначение сервиза.

II

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЕРАМИКИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА

Качество керамических изделий зависит от химического и минералогического составов исходного сырья, фазового состава структуры керамического материала, технологических особенностей производства. Показатели качества (показатели физико-технических свойств изделий) столовой и чайной посуды из фарфора регламентируются ОСТ 17-84—71, столовой и чайной посуды из фаянса — МРТУ 17-572—76.

Физико-технические свойства объединяют физико-химические, физические, механические, тепло- и электрофизические, определяемые различными методами.

Физико-химические свойства характеризуют состояние материала изделий, его структуру, химический и фазовый составы обожженной массы, переходного (контактного) слоя и глазури.

Структура обожженной массы изделий определяется размером, формой, распределением, направлением и связью зерен (частиц), количеством и качеством фазового состава, пористостью обожженной керамической массы.

Микроисследования показывают, что фарфор представляет собой плотноспекшийся керамический материал, пронизанный в различных направлениях игольчатыми кристаллами муллита, образующими вместе с нерастворившимися зернами кварца пространственный каркас материала. Весь этот каркас заполнен полевошпатовым стеклом (в последнем могут присутствовать в небольшом количестве газы пузырьки). В современных фарфоровых массах, состоящих из кварца, глинистого материала (каолин, огнеупорная глина) и поле-

вого шпата, последний играет роль плавня. При нагревании фарфоровой шихты полевым шпатом переходит в жидкое расплавленное состояние; будучи вязкой жидкостью, при высоких температурах он частично растворяет в себе другие компоненты фарфоровой массы и частично заполняет промежутки между ними, образуя стеклообразную часть фарфорового черепка.

Глинистая часть шихты, образующая пространственный каркас, при нагревании хотя и размягчается и приобретает некоторую подвижность («огневая усадка»), однако удерживает всю систему от растекания. В процессе обжига и остывания идет образование кристаллов муллита, которые конструктивно усиливают пространственный каркас материала. Жидкая фаза представлена в фарфоре кислым силикатным стеклом, а твердая — кристаллами новообразовавшегося муллита и кристаллами кварца.

В настоящее время керамические изделия в зависимости от их структурных признаков разделяют на две большие группы: изделия с пористым неполовностью спекшимся черепком, изделия с полностью спекшимся черепком.

В зависимости от состава исходного сырья (содержания железистых и других красящих окислов, температурного и газового режимов обжига) изделия обеих групп могут иметь различную окраску, от темно-коричневой и коричнево-черной до цвета слоновой кости и от сине-черного до светло-серого и белого с зеленовато-голубым оттенком.

Изделия обеих групп могут быть неглазурованы или покрыты глазурью — прозрачной или глухой, бесцветной или

цветной, матовой или блестящей, гладкой или фактурной.

Пористая керамика, характеризующаяся неполным спеканием черепка, дает в изломе шероховатую неблестящую поверхность, впитывающую влагу, тогда как полностью спекшийся черепок не поглощает влагу и даже в неглазурованном виде не пропускает жидкостей и газов.

Известны также и промежуточные типы изделий, представляющие собой постепенный переход от одной группы керамических изделий к другой.

Понятие о спекании керамических материалов, общепринятое в современной физической химии силикатов, было впервые сформулировано М. В. Ломоносовым в 1752 г.; спекание лежит в основе способов получения керамических изделий, начиная от неполностью спекшихся, пористых керамических изделий (терракота, майолика, фаянс) и кончая получением изделий с полностью спекшимся черепком (каменные массы, фарфор).

О спекании М. В. Ломоносов говорил, что это перевод порошкообразного тела, замешанного с водой в тесто, которому по желанию придана известная форма, затем медленно высушенного силою огня в каменистое вещество. Эта операция отличается от остеклования тем, что при этом материал не ожигается и этот каменистый продукт при прокаливании не размягчается и не вытягивается в нити.

Фарфор относится к группе керамических изделий с полностью спекшимся черепком, просвечивающимся в тонком слое, имеющим белую окраску, поверхность которого покрыта стекловидной пленкой — глазурью.

Современное изучение структуры фарфорового черепка при помощи микроскопического анализа показало, что последний состоит из твердой и жидкой фаз.

Структура обожженной керамической массы изделий, сформированная в результате пиросиликатных процессов, и спекание ее при обжиге представляют собой сложную гетерогенную систему, состоящую из стекловидной, кристаллической и газовой фаз. Количественное соотношение этих фаз представляет собой фазовый состав керамической обожженной массы, определяющей показатели ее физико-технических свойств.

Стекловидная фаза очень влияет на величину образующихся в процессе обжига напряжений. Плавни, растворяющиеся при температуре ниже минимальной обжига фарфора только тонкий слой кварца, но усиливающие свое действие при максимальной температуре обжига, повышают напряжения.

Остаточные зерна полевого шпата плохо различаются под микроскопом.

Стекловидная фаза является важной структурной составляющей, на исключительное значение которой в формировании керамической обожженной массы еще много лет назад указывали М. В. Ломоносов и Д. И. Виноградов.

Стекловидная фаза фарфора состоит из 70—80% SiO_2 ; 8—16% Al_2O_3 ; 8—12% $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$.

Если в фарфоровой обожженной массе основной непрерывной фазой является стекловидная, то в фаянсовой — глинистое вещество, образующее кристаллический скелет, в котором диспергированы другие фазы. В результате в фаянсовой обожженной массе стекловидная фаза распределяется между кристаллами в виде тончайших пленок, обеспечивая их прочную связь. В обожженной массе изделий из майолики, содержащих еще меньшее количество стекловидной фазы, последняя играет важную роль в сокращении размера пор и сближении зерен кристаллической фазы благодаря поверхностному натяжению расплава.

Структура стекловидной фазы фарфора представляет собой массу, проросшую мелкими субмикроскопическими кристаллами муллита. В участках расположения полевошпатового расплава игольчатые кристаллы муллита достигают 10—12 мкм, в единичных участках — до 20—40 мкм. Муллит обычно располагается в виде густой сетки.

Содержание стекловидной фазы в фарфоре колеблется: в мягком — до 85%, в твердом — до 60%, в химически стойком — до 45%. Содержание стекловидной фазы в фаянсе представлено слабее. Муллит в основной массе мелкий, субмикроскопический. Игольчатых кристаллов муллита не наблюдается.

Кристаллы муллита в фаянсе настолько тонкодисперсны, что выявляются только рентгеноструктурным анализом.

Структура каменных изделий и изделий из низкотемпературного фарфора, обжигаемого при температуре 1100—1200°C плотная, однако муллитизация выражена слабее, чем муллитизация фарфора. Муллит в основной массе мелкий, субмикроскопический. Игольчатые кристаллы муллита размером 5—10 мкм представлены реже и только в полевошпатовых участках в виде шагрена и густого войлока. Содержание стекломуллитовой фазы колеблется от 74 до 84%.

В изделиях из майолики, обжигаемых при температуре 950—1050°C, стекловидная фаза составляет всего 8—10%; муллит не встречается. Стекловидная фаза предопределяет показатели физико-технических свойств изделий.

Влияние стекловидной фазы на показатели физико-технических свойств керамической обожженной массы определяется не только ее количеством, показателями физико-химических свойств, но и соотношением кристаллической и стекловидной фаз.

Стекловидная фаза обеспечивает просвечиваемость, понижает белизну и термостойкость изделий и др. Установлено, что механическая прочность керамической обожженной массы выше при меньших размерах игл муллита, большем их переплетении.

Кристаллическая фаза (например, фарфора) состоит в основном из муллита и зерен непрореагировавшего кварца, а также из непрореагировавшего остатка каолинита, образовавшегося кристаллобалита и др. Количественное соотношение элементов микроструктуры зависит от состава массы, количества плавней и их химической активности, температуры и продолжительности обжига.

Твердый фарфор, обожженный при температуре 1350—1400°C, характеризуется плотной структурой с хорошо выраженной муллитизацией. В фаянсовой обожженной массе, имеющей менее однородную и более пористую структуру, различают глинистое вещество, измененное в результате обжига, кварц, отдельные участки с кристаллами муллита.

Содержание нерастворенного в полевошпатовом расплаве кварца колеблется в изделиях из твердого фарфора от 10 до 16%, в изделиях из низкотемпературного фарфора от 13 до 24%, в фаянсовых изделиях от 18 до 27%. В изделиях из майолики кварц сохраняется в том количестве, в каком был введен в массу.

Радиус зерен остаточного кварца бывает от 2—3 до 10—25 мкм. Остальные зерна остаточного кварца имеют размер 90—120 мкм в фарфоре и 160—200 мкм в фаянсе.

Поверхность зерен кварца разъедена полевошпатовым расплавом, оплавлена, имеет трещины. Ширина каймы оплавления зависит от температуры обжига, активности расплава и составляет от 2 до 5 мкм у изделий из фарфора и из низкотемпературного фарфора и 1—

1,5 мкм у изделий из фаянса. В изделиях из майолики каймы оплавления зерен кварца не наблюдается.

Влияние остаточного кварца на показатели физико-технических свойств изделий велико и разносторонне. Повышая прочность изделий, кварц снижает термостойкость.

При нагревании и охлаждении изделий зерна кварца претерпевают модификационные превращения (резко изменяется их объем). Образующиеся при этом напряжения прямо пропорциональны содержанию зерен остаточного кварца в обожженном фарфоре и общей поверхности зерен на единицу объема фарфора. Напряжения достигают максимума, когда радиус зерен кварца в три раза больше толщины растворенного слоя. При этих условиях растворяется около 70% от первоначального содержания кварца в массе.

Газовая фаза заполняет все поры материала. Причиной образования газовой фазы являются воздух, заключенный в порах, газообразные продукты дегидратации, диссоциации, декарбонизации, реакций разложения сульфатов и сульфидов и других минералов, присутствующих в исходном сырье.

Газообразные продукты образуются также от восстановления окислов железа, окисления органических остатков в сырье и сажистого углерода в порах, освобождения газов в процессе плавления массы и других процессов.

Кроме того, свойства керамической обожженной массы во многом зависят и от ее однородности: высокая однородность повышает показатели физико-технических свойств.

Структура контактного слоя. Для формирования физико-технических свойств глазурованных изделий большое значение имеет контактный слой. Его роль повышается в условиях автоматизированного производства при

скоростном, а тем более при однократном обжиге изделий.

Образование контактного слоя, как отмечает А. И. Августиник, неизбежно из-за значительной разности химических составов глазури и обожженной керамической массы и образованию керамической массы, особенно фаянсовой. Чем больше эта разница, тем интенсивнее проникание расплава глазури в поры керамической массы, двустороннее перемешивание расплавов глазури и стекловидной фазы массы, диффузия компонентов глазури в керамическую массу и, наоборот, растворение кристаллической фазы в расплаве глазури и образование новых кристаллических веществ. С повышением температуры обжига число подвижных ионов глазури и керамической обожженной массы увеличивается, становится возможным движение ионов кислорода кристаллической решетки минералов и окислов, понижается вязкость и повышается реакционная способность глазури, что приводит к интенсивному взаимодействию с контактным слоем.

При образовании контактного слоя одновременно протекают два основных процесса: растворение обожженной керамической массы и глазури и диффузия растворенных компонентов в толщину глазури. При определенной температуре достигается устойчивое состояние, при котором растворение керамической массы и диффузия растворенных компонентов в глазурь взаимно уравновешиваются.

Наблюдения Н. Ф. Кочетковой и Г. Н. Масленниковой показали, что с повышением температуры обжига с 1320 до 1380°C количество ассимилирующей глазури фарфора возрастает от 40 до 55% и уменьшается коэффициент линейного термического расширения контактного слоя. Контактный слой способствует выравниванию термических напряжений между глазурью и обож-

женной керамической массой. Хорошо развитый контактный слой заполняет поверхностные трещины керамической массы, способствует прочному закреплению глазури, смягчает механическое напряжение между глазурью и обожженной керамической массой, в результате чего повышается прочность изделий.

Строение контактного слоя во многом определяется температурой обжига, длительностью выдержки и атмосферой в печи при конечной температуре обжига.

При пережоге толщина контактного слоя увеличена до 60—80 мкм, слой четко выражен. При правильно подобранных составах массы и глазури разницы в строении контактного слоя при обычном и скоростном обжиге изделий не наблюдается. Это относится к строению контактного слоя изделий, обожженных одно- и двукратно. Толщина контактного слоя изделий из фаянса колеблется от 10—15 мкм для изделий из фарфора, низкоспекающихся и каменных масс до 25—30 и реже до 80 мкм при нормальном обжиге.

При однократном обжиге контактный слой также хорошо выражен, как и при двукратном. Он неровный, толщиной 10—20 мкм, остеклованный, с густой сеткой мелких (10—15 мкм) кристаллов муллита, с зернами сферической формы остаточного кварца, оплавленного по краям. Размеры газовых пузырьков, входящих в керамическую массу и глазурь, 60—80 мкм.

В зависимости от состава глазури и обожженной керамической массы контактный слой может содержать 10—15% муллита, волластонита, геленита, анортита, тридимита, кристобалита, газовую фазу в виде пузырьков из смеси азота, кислорода (2—5%), углекислого газа (10—13%). В контактном слое фарфора кристаллическая фаза образуется при температуре 820°C.

Структура глазури должна придавать пористой обожженной керамической массе влагонепроницаемость, увеличивать прочность, улучшать внешний вид, повышать гигиенические и другие эксплуатационные свойства изделия.

Петрографические исследования показывают, что тонкий (80—260 мкм) слой глазури на изделиях представляет собой стекловидную фазу с включением кристаллической фазы и в большинстве случаев пронизан небольшим количеством газовых пузырьков.

Преобладающей фазой в глазури является прозрачное стекло. Химический состав стекла может быть не совсем однородным по толщине слоя глазури, что отражается на показателе преломления стекла, который различен для контактов глазурь — воздух и глазурь — фарфоровая обожженная масса.

Кристаллическая фаза глазури может быть представлена образованиями двух типов: кристаллами — остатками шихты и кристаллами новообразований. В фарфоровой глазури преобладают кристаллы первого типа. Обычно это остатки непрореагировавшего, нерастворившегося кварца.

Газовая фаза глазури — правильной формы, округлые пузырьки хорошо наблюдаются под микроскопом. Они образуются в результате выделения газов из самой глазури, а также из слоев фарфора.

Количество пузырьков в глазури возрастает с увеличением толщины слоя. С увеличением продолжительности температуры обжига возрастают размер и количество пузырьков в поверхностном слое глазури до определенного максимума, а затем количество уменьшается.

Общее количество пузырьков в 1 мм² может достигать 300 и более в зависимости от источника газовой среды: воздуха и паров воды, продуктов разложения минералов (диссоциации карбона-

тов и др.), продуктов сгорания топлива и др.

Газовые пузырьки снижают качество глазури и создают предпосылки для образования дефектов (оспин, наколов) на ее поверхности, ухудшают микро-рельеф поверхности (шагрень глазури). Кроме того, они могут стать причиной образования микротрещин. А. И. Августиник предполагает, что даже когда в глазури, например фаянсовых изделий нет газовых пузырьков, она пронизана мельчайшими порами, не обнаруживаемыми микроскопом.

Этим объясняется способность глазури пропускать пары воды и газы, что приводит к объемному расширению пористой обожженной керамической массы в процессе эксплуатации и образованию вторичного цека. Нарушение однородности снижает механическую прочность глазури: предел прочности при растяжении 20—50 МПа (200—500 кг/см²) по сравнению с теоретически возможным 147,15 МПа (1500 кг/см²) и прочность изделий в 3—5 раз.

Структура и состав глазури влияют на усадку, деформацию и белизну обожженной керамической массы. В зависимости от состава глазурь может тормозить усадку при обжиге (при высоком содержании окиси кальция, бария, стронция и др.) или увеличивать ее (при повышенном содержании окиси магния, полевого шпата и др.) от 0,8 до 1%. Это объясняется разными температурами спекания и плавления, коэффициентом линейного термического расширения, поверхностным натяжением и др. При одностороннем нанесении глазури на поверхность изделия она влияет на свойства обожженной керамической массы, особенно в большей мере на деформацию. Глазурь, нанесенная на две стороны, повышает прочность изделия на 30—60%, так как составляет 10—15% от общей толщины керамической массы.

Уменьшая содержание летучих компонентов и вязкость расплава глазури, снижают количество газовой фазы в глазури и улучшают рельеф поверхности.

Глазурование изделий, предварительно обожженных до конечной температуры (фаянс, фарфор по технологии изготовления фаянса), медленное увеличение температуры в период разлива глазури и быстрое охлаждение изделий улучшают структуру и рельеф поверхности глазури, следовательно и ее блеск.

Коррозионная (химическая) стойкость — способность материалов не разрушаться под влиянием веществ, с которыми они соприкасаются в процессе эксплуатации. Различают химическую стойкость двух видов: кислото- и щелочестойкость.

Коррозионная стойкость — важный показатель качества посуды и особенно глазури.

Посуда, эксплуатируемая предприятиями общественного питания, должна иметь повышенную коррозионную стойкость глазури и керамических красок, так как при механизированном ее мытье с использованием химических моющих средств относительно быстро ухудшается блеск глазури и разрушается надглазурный декор. Коррозионная стойкость глазури определяет санитарно-гигиенические свойства посуды.

В отличие от химического разрушения в результате проникания агрессивных сред в пористые материалы разрушение глазури начинается с поверхности из-за растворения (выщелачивания) гомогенного твердого материала в жидкости.

Количество щелочных и щелочноземельных окислов и соотношение SiO₂ и Al₂O₃ определяют химическую стойкость глазури. Химическая стойкость глазурированных керамических изделий характеризуется потерей массы (не более 2—3%) измельченного материала, обрабо-

танного соответствующим реагентом (кислотой, щелочью). Химическая стойкость зависит от химического и фазового составов, пористости и структуры материала.

Химическая стойкость керамической посуды хозяйственно-бытового назначения не регламентируется.

Физические свойства характеризуют особенности физического состояния материала и глазури изделий.

Плотность характеризует степень заполнения объема материала. Различают плотность истинную, среднюю и относительную.

Пористость изделий — это степень заполнения объема материала порами. Она зависит от состава массы и тонины помола исходного сырья, условий формования и плотности формовок, температуры и продолжительности выдержки при обжиге. Условия образования пористости зависят от технологических факторов и факторов, связанных с изменениями в кристаллических решетках минералов. Возникновение микро- и макронористости связано с показателями используемого сырья, его переработкой и подготовкой массы, особенно с вакуумированием, с условиями формования, сушки и обжига, в том числе и полной диссоциации каолинита и других глинистых минералов, карбонатов, сульфидов, сульфатов и окислов. Технологические факторы являются доминирующими и действуют на протяжении всего процесса изготовления изделий.

Факторы, связанные с изменениями в кристаллической решетке, проявляются только в завершающей стадии обжига и приводят к образованию микропор, которые трудно обнаружить обычными методами.

Характер пор неодинаков. Так, фаянсовые изделия характеризуются неравномерной пористостью, наличием цепи, развитой сетью капилляров в перекладном слое. В фаянсовых и других по-

ристых изделиях различают поры четырех видов: открытые протекаемые, открытые непротекаемые, закрытые (особенно в глазури) и ориентировочные мешковые. Поры также характеризуются морфологическими признаками: размером, формой сечения (изометричные, щелевидные), степенью кривизны, шероховатостью стенок. Поры имеют удлиненную форму размером от 2 до 20 мкм и сильно ослабляют прочность отдельных участков изделий.

Количество пор (открытых и закрытых) колеблется от 2,5 до 6% от объема фарфора и изделий из низкоспекающихся масс, до 30% от объема фаянса и до 38% от объема майолики.

Открытые поры в фаянсовых изделиях и в изделиях из низкоспекающихся масс имеют округлую форму и редко достигают размера 60 мкм. Закрытые поры имеют размер от 8 до 15 мкм. Поры размером 200 мкм наблюдаются в изделиях из майолики.

Поры обычно располагаются неравномерно. Они распределены более равномерно в фарфоре высокого качества.

В закрытых порах содержится газ в сильно разреженном состоянии, т. е. под вакуумом. При разрыве пор они заполняются воздухом или водой.

Пористость материала влияет на прочность, термостойкость, влажностное расширение, водопроницаемость изделий.

Прочность пористой керамики снижается с повышением пористости черепка. Так, при пористости 10% прочность материала снижается примерно в два раза по сравнению с прочностью абсолютно плотного материала. Этим объясняется разная прочность керамических материалов различной пористости.

Прочность падает до нуля при 47% пористости (корундовый фарфор) и 50% пористости (кварцевый фарфор).

Водопоглощение — свойство пористой обожженной керамической массы поглощать и удерживать воду при непосредственном соприкосновении с ней.

Водопоглощение характеризуется степенью заполнения открытых пор при кипячении материала в воде. Поглощение влаги пористой обожженной и глазурованной керамической массой (через микротрещины и в местах зачистки глазури) приводит к влажностному набуханию (приращению объема в эксплуатации), что в свою очередь способствует образованию цека глазури, снижению механической прочности и эстетических свойств изделий (фаянсовых, майоликовых). Водопоглощение фарфоровых изделий составляет 0,2%, фаянсовых — 9—12%.

Влажностное расширение. Значительное снижение эксплуатационных свойств керамической посуды пористой структуры объясняется ее влажностным набуханием, хотя прямая зависимость между набуханием и пористостью не установлена.

Из-за большой пористости (водопоглощение до 12%) обожженная керамическая масса фаянсовых изделий в процессе эксплуатации поглощает влагу и расширяется (набухает) от 0,07 до 0,12%, так как вода получает доступ к внутренней поверхности, содержащей поля напряжения. Высокое капиллярное напряжение воды производит значительное механическое давление на перегородки мешковых пор. Если эти поры ориентированы в направлении глазури, то давление стремится отделить ее от керамической массы, особенно при недостаточном развитом переходном слое. Напряжение растяжения сопровождается образованием вторичного цека глазури.

Причинами набухания могут быть сорбция водяного пара на стенках капилляров с частичным заполнением

мельчайших пор, химическая связь с водой при образовании гидратов и твердых растворов, образование частей керамической массы пермитоидной структуры, гидролиз стекловидной фазы (образование цеолитов), адсорбции воды глинистыми материалами и продуктами их разложения на аморфной кремневой кислоте, дегидратация расплавленной глинистой субстанции и стекловидных фаз и др.

Набухание само по себе не определяет прочность пористого изделия, на которую влияют состав и гранулометрия керамической массы, температура обжига, тепловое расширение, образование промежуточного слоя между глазурью и обожженной керамической массой и др. Как показали исследования, набухание обожженной керамической массы пропорционально пористости и поверхности образцов, взятых для исследования.

На набухание влияет также периодичность нагревания и охлаждения при эксплуатации изделия. Каждое последующее нагревание и охлаждение изделия вызывают противоположные температурные колебания и соответствующие термические напряжения в обожженной керамической массе и в глазури, разрушая их структуру и расширяя область провисания в нее влаги. Это увеличивает набухание при каждой последующей термовлажностной обработке изделий.

Набухание увеличивается с повышением температуры воды и длительности ее воздействия, так как, кроме сорбции воды поверхностью частиц и капилляров, возможно включение ее в решетку аморфного дегидратированного остатка глинистых минералов. Прирост набухания убывает, становясь со временем равным нулю, так как дегидратированная составляющая (в виде аморфного остатка каолинита) постепенно теряет свою адсорбционную способность, определяющую

щую набухание керамической массы изделий.

С увеличением температуры обжига влажностное расширение уменьшается.

Набухание обожженной керамической массы является необратимым процессом, хотя частичное восстановление объема возможно.

Водопроницаемость. Сквозная пористость керамической массы фаянсовых изделий и изделий из майолика (неглазурованных или глазурованных с одной стороны) может привести к пропусканию через них жидкости или газов.

Водопроницаемость зависит от количества и размера открытых пор и косвенно характеризует структуру керамической массы изделий.

Наличие открытых пор (эффективных) радиусом более 5 мкм определяет водопроницаемость изделий с неглазурованной керамической массой при хранении в них влаги. С увеличением радиуса пор водопроницаемость резко возрастает, поэтому уменьшение радиуса пор в пористых изделиях повышает их эксплуатационные свойства.

Механические свойства определяют прочностью. Внешние силы, действующие на материал, вызывают в нем внутренние напряжения, которые с ростом нагрузки разрушают материал в момент достижения им предела своей прочности. Механические свойства характеризуются пределами прочности при сжатии, растяжении, изгибе и другими показателями.

Керамический материал обычно разрушается в результате одновременного воздействия на него напряжений, возникающих под действием приложенной нагрузки, а также остаточных и локальных микронапряжений, обусловленных анизотропией.

Локальные микротрещины, возникающие из-за термической анизотропии кристаллической фазы, могут появляться в керамическом материале и при отсут-

ствии внешней нагрузки. Такие локальные микротрещины являются одной из причин, снижающих прочность керамических материалов, особенно тех, которые сложены из относительно крупных зерен (фаянс, майолика). Плотные мелкозернистые материалы (фарфор, тонкокаменные изделия) обладают относительно высокой прочностью, несмотря на анизотропию индивидуальных кристаллов, составляющих кристаллическую фазу, поэтому с увеличением линейных размеров кристаллов муллита и других кристаллических новообразований прочность изделий снижается.

При нормальных условиях керамические материалы характеризуются малыми упругими деформациями и высокой хрупкостью (малой пластичностью, высокой вязкостью). Если керамические материалы хорошо противостоят сжатию, то напряжениям изгиба, растяжения и сдвига значительно хуже, а ударному изгибу — недостаточно.

Независимо от прочностных показателей для всех тонкокерамических изделий при нормальной температуре типичен хрупкий характер разрушения. Пластическая деформация, предшествующая разрушению, почти полностью отсутствует, и разрушение происходит мгновенно, так как кристаллическая решетка по-разному сопротивляется изменению объема (растяжению, сжатию) и формы (сдвигу).

Изделия с плотной спекшейся обожженной керамической массой (фарфор, изделия тонкокаменные и из низкоспекающихся масс) разрушаются по стекловидной или по кристаллической фазе путем раскалывания по кристаллографическим плоскостям. Наличие пор (фаянс, майолика) и дефектов структуры (раковины, трещины, расслоения и др.) значительно снижает прочность изделий по сравнению с теоретической прочностью, вычисленной по силе связи между атомами.

Хрупкость фарфоровых, фаянсовых и других изделий может быть несколько снижена в результате увеличения модуля упругости и путем повышения тонины помола сырья, снижения содержания стекловидной фазы в обожженной керамической массе и ввода новых кристаллических фаз — глинозема, искусственного муллита, обожженного каолина и др.

Наличие в материале изделий микро неоднородностей (дефектов структуры), пор и трещин ведет к образованию механически ослабленных мест, в которых возникают перенапряжения.

Как показали исследования, прочность изотропных систем, состоящих из кристаллической фазы, распределенной в непрерывной стекловидной фазе или, наоборот, в кристаллической фазе (матрице), выше, если модуль упругости диспергированной фазы больше модуля упругости матрицы. При этом условии диспергированная фаза воспринимает большую часть внешней нагрузки, действующей на образец или изделие.

На прочность керамических материалов особо влияет размер частиц диспергированной фазы, обладающей значительной анизотропией, например, теплового расширения. При прочих равных условиях (химический и фазовый составы) прочность керамических материалов возрастает с повышением плотности и мелкозернистости кристаллической фазы. Наличие любых посторонних включений снижает прочность изделий.

Одним из показателей высокого качества керамических изделий является способность при ударе возбуждать колебания, которые, распространяясь по массе изделия, выходят наружу в виде чистой звуковой волны.

Лучшая звукопроводность достигается при повышении плотности, отсутствии трещин.

Предел прочности при сжатии и изгибе — это максимальное

сжимающее напряжение, которое выдерживает образец до разрушения.

Предел прочности при сжатии твердого фарфора 450—550 МПа (4500—5500 кг/см²), твердого фаянса — 100—120 МПа (1000—1200 кг/см²).

Предел прочности при изгибе — это разрушающий изгибающий момент, отнесенный к сопротивлению образца. Он является основным показателем связующей способности, механической прочности и термостойкости керамического сырья, масс и изделий.

Несовершенство структуры материала оказывает более резкое влияние на прочность при изгибе, чем на прочность при сжатии.

Предел прочности при изгибе, как и при сжатии, зависит от состава и структуры материала, технологии изготовления изделий и условий испытаний.

Так, фриттовый фарфор, в массу которого вводится до 55% фритты (52,7% каолина, 14,55% обожженного глинозема и 32,75% полевого шпата), 33% каолина и 7% глины, обожженный при температуре 1320—1350°C имеет предел прочности при изгибе 164 МПа (1640 кг/см²).

Ситаллизированный фарфор, масса которого содержит 43,75—50% закристаллизированного стекла, 20% часоварской глины, 30% просьяновского каолина и от 0 до 6,25% полевого шпата после обжига в окислительной среде при температуре 1200°C имеет механическую прочность в два раза выше, чем прочность твердого фарфора, обожженного при температуре 1400°C.

Работами О. Краузе, М. Матьясовского, Т. Видман, В. Зубчанинова и др. установлено, что увеличение (до 40%) содержания кремнезема, вводимого в массу в виде кварцевых отходов после обогащения каолина и предварительно прокаленного кремния, повышает прочность фарфора.

Увеличение боя из-за увеличения количества кремнезема снижает прочность фарфора, хотя в отдельных случаях при одновременном повышении содержания глинистых материалов и полевого шпата прочность повышается. При этом следует иметь в виду, что увеличение содержания кварца повышает коэффициент линейного термического расширения обожженной керамической массы изделий, причем в большей мере при тонине измельчения сырья 25—30 мкм.

Г. Н. Масленниковой установлено, что увеличение (до 30%) содержания глинозема, вводимого в виде тонкоизмельченного (5—2,5 мкм) технического глинозема или обожженного каолина, также повышает прочность фарфора. Аналогично влияет на прочность добавка в массу муллита.

Большая эффективность вводимых в массу кристаллических добавок достигается при ориентированном расположении кристаллов в стекловидной фазе.

Предел прочности при изгибе составляет $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ от предела прочности при сжатии и колеблется от 60 до 90 МПа (от 600 до 900 кГ/см²) для твердого фарфора и от 13 до 23 МПа (от 130 до 230 кГ/см²) для твердого фаянса.

Предел прочности при растяжении. Характерной особенностью керамических материалов является то, что предел прочности при растяжении в 3—12 раз меньше предела прочности при сжатии и в 3—5 раз меньше предела прочности при изгибе и составляет 30—40 МПа (300—400 кГ/см²) для твердого фарфора и 7—12 МПа (70—120 кГ/см²) для твердого фаянса. Предел прочности при растяжении снижают микротрещины на поверхности изделий.

Керамические изделия хозяйственно-бытового назначения не испытывают на прочность при растяжении, кручении и сдвиге, так как условия эксплуатации посуды этого не требуют.

Предел прочности при ударном изгибе (ударная вязкость) является важным показателем эксплуатационных свойств керамической посуды. Он характеризует способность материала изделий не разрушаться и не давать трещин при воздействии на него ударной изгибающей нагрузкой.

В отличие от статической нагрузки, используемой при определении прочности при сжатии, ударная вязкость характеризуется динамическим нагружением материала (ударом), при котором напряжение в материале мгновенно возрастает до величины, способной его разрушить, поэтому материалы, прочные при статической нагрузке, разрушаются или дают трещины при ударе.

Поскольку при нормальной температуре керамические материалы при изгибе практически не обнаруживают пластической деформации, их разрушение наступает внезапно. В таких материалах микротрещины недопустимы, так как они не выдерживают даже незначительных ударных нагрузок.

По ударной вязкости изделия можно расположить в такой последовательности: майолика < фаянс < фарфор < низкоспекающиеся массы.

Предел прочности при ударном изгибе мягкого фарфора в два раза ниже, чем пределы прочности при ударном изгибе твердого фарфора и фаянса и составляет около 0,1 МПа (1 кГ/см²). Установлена также линейная зависимость ударной вязкости от хрупкости керамических материалов.

Повышенная хрупкость керамической посуды объясняется как природой материала, так и остаточными напряжениями в изделиях, возникающими под влиянием градиента температуры при охлаждении, неоднородности структуры и фазовых превращений в процессе обжига.

Твердость характеризует прочность поверхностных слоев материала. Она определяет способность материала сопротивляться внедрению в него более твердого материала (обычно алмаза или стального шарика $d \approx 1,5$ мм при определении по методу Бринелля).

Твердость материала зависит от его химического состава, структуры и во многом определяется технологией изготовления изделий.

Микротвердость H по А. И. Августинику, например, фарфоровой глазури и предел прочности при изгибе $\sigma_{из}$ находятся в соотношениях: при $H = 525$ МПа (5250 кг/см²) $\sigma_{из} = 83$ МПа (830 кг/см²); при $H = 550$ (5500) $\sigma_{из} = 98$ (980); при $H = 600$ (6000) $\sigma_{из} = 107$ (1070).

Истираемость — свойство материала уменьшать свою массу из-за потери его частиц с поверхности при истирании. Коэффициент истирания (г/см²) определяется отношением потери массы образца после истирания к площади истирания.

Глазурь хорошо сопротивляется истиранию и предохраняет керамическую массу изделий. Однако при длительной эксплуатации керамической посуды глазурь изнашивается от воздействия металлических предметов (вилок, ложек и др.). Износ глазури выражается в скалывании и сдвиге частиц поверхностного слоя с последующим их отрывом и определяется глубиной шероховатости и средней шероховатостью.

Как показали исследования, даже на поверхности глазури фарфоровых тарелок после четырех месяцев эксплуатации появляются щербинки и следы истирания. Те же дефекты, но сильнее выраженные, наблюдаются у фаянсовой посуды, в отдельных случаях глазурь разрушается и даже исчезает, и переходный слой разрушается.

Стойкость глазури к истиранию в большей мере зависит от состояния поверхности, чем от ее состава. Дефекты —

пузырьки, микротрещины — резко повышают истираемость глазури.

Прочность глазури во многом зависит от напряжения в переходном слое. Глазурь, находящаяся под большим напряжением сжатия, обладает меньшей поверхностной прочностью. Глазури, содержащие окись кальция, глинозем и кремнезем, поддаются меньшему истиранию, чем глазури другого состава.

Теплофизические свойства. Из теплофизических свойств для керамической посуды важнейшими являются: теплоемкость, термостойкость, теплопроводность и температуропроводность, термическое расширение обожженной керамической массы и глазури.

Теплоемкость — способность материала поглощать тепловую энергию при нагревании.

Теплоемкость структурно различных, но одинаковых по составу изделий одинакова, так как она определяется свойствами самого вещества и не зависит от пористости, плотности и размера кристаллов и от других факторов. Теплоемкость изделий сложного состава зависит от содержания той или другой фазы. Теплоемкость может быть подсчитана по правилу аддитивности с учетом теплоемкости и количества каждой фазы в изделии. Теплоемкость однофазных материалов (стекло) может быть также рассчитана по правилу аддитивности на основе химического состава.

Теплоемкость твердого фарфора и твердого фаянса при температуре 200—400°C составляет соответственно 0,84—1,09 кДж/(кг·К) 0,2—0,26 кал/(г·град) и 0,84 кДж/(кг·К) 0,2 кал/(г·град).

Термостойкость — способность материала, не разрушаясь и не снижая прочности, выдерживать резкие многократные значительные колебания температуры (тепловые удары). Термостойкость определяет области применения изделий. При тепловом ударе материал разрушается под действием термических

напряжений, возникающих в результате различных коэффициентов линейного термического расширения (к.т.р.) структурных элементов керамической массы (стекловидной и кристаллических фаз); напряжений, появляющихся по различным кристаллографическим осям в одной из фаз, составляющих массу изделия, а также при неравномерном нагревании изделия (температурный перепад). Из-за действия термических напряжений в материале возникают микротрещины, снижающие прочность или приводящие к разрушению изделия.

Термостойкость изделий зависит от показателей физико-химических и физико-механических свойств материала: модуля упругости, коэффициента линейного термического расширения и коэффициента Пуассона, от теплопроводности и температуропроводности материала, условий нагревания и охлаждения, размера и формы изделий и составляет более 8 теплосмен для твердого фарфора, более 6 теплосмен для твердого фаянса.

Термостойкость материала во многом зависит также от его макро- и микроструктуры и пористости. Она повышается при снижении коэффициента линейного термического расширения, модуля упругости, коэффициента Пуассона и повышении однородности структуры и прочности материала изделий.

Глазурь фаянсовых изделий разрушается при более низкотемпературном перепаде из-за недостаточного сродства с обожженной керамической массой. Чем выше температура нагревания фаянсового изделия, при которой появляется цек глазури, тем выше эксплуатационные качества посуды (по Харкорту).

Термостойкость — величина, обратная коэффициенту линейного термического расширения.

Вводя в массу различные добавки (магний, литий и др.), снижают коэффициент линейного термического расшире-

ния и тем самым повышают термостойкость изделий.

Значительно влияет на термостойкость изделий пористость. Повышение стойкости термическому удару с увеличением пористости объясняется тем, что напряжения, возникающие на поверхности твердого тела от теплового удара, снижаются (гасятся) на границах зерен и поверхностях раздела фаз, одной из которых являются поры.

Установлена корреляционная зависимость между термостойкостью в теплосменах фаянсовых тарелок и водопоглощением в процентах.

Снижение термостойкости керамических изделий во многом определяется полиморфными превращениями непрореагировавшего кремнезема. Повышение содержания Al_2O_3 в массе фарфора снижает к.т.р. по сравнению с к.т.р. кварцевого фарфора с $5,5 \cdot 10^{-6}$ до $3,5 \cdot 10^{-6}$.

На термостойкость влияют не только микро- и макродефекты материала изделий, но и их форма и расположение, величина и знак напряжений в глазури и контактном слое, размер изделий.

Снижая коэффициент термического расширения и модуль упругости и одновременно повышая теплопроводность и напряжения сжатия (до безопасных пределов) в глазури и контактном слое, повышают термостойкость керамических изделий. Это улучшает качество изделий и удлиняет сроки их эксплуатации.

Теплопроводность — способность материала передавать тепло от одной своей поверхности к другой.

Тепловая энергия в керамических материалах при относительно низких температурах передается, главным образом, в результате взаимодействия атомов в узлах кристаллической решетки и в меньшей мере в результате колебательного движения свободных электронов и столкновения их с атомами. С повышением температуры теплопро-

водность сначала снижается, а затем возрастает из-за конвекции и увеличения доли лучистого переноса тепла внутри материалов.

Пористость снижает теплопроводность материала почти в линейной зависимости. Это объясняется ростом контактного теплового сопротивления в результате того, что теплопроводность пор меньше теплопроводности любой из твердых фаз (при низких температурах), так как коэффициент теплопроводности воздуха меньше коэффициента теплопроводности природных и искусственных материалов [$\lambda = 0,026 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{К})$].

Форма и размер пор материала значительно влияют на коэффициент теплопроводности, однако ориентация пор при определенной пористости существенно его изменяет.

Теплопроводность также зависит от химического и минералогического состава структуры, прочности и модуля упругости материала. Теплопроводность твердого фарфора и твердого фаянса равна соответственно 0,8—1,27 и 1,04—1,62 Вт/(м·К) 0,7—1,1 и 0,9—1,4 ккал/(м·ч·град).

Повышение теплопроводности увеличивает термостойкость изделий. Это может быть достигнуто при введении в массу изделий такого количества плавней, которое обеспечивает образование расплава, достаточного для создания непрерывного (хотя и неполного) заполнения пор и обволакивания частиц твердой фазы.

Термическое расширение. Керамические изделия хозяйственного назначения в процессе эксплуатации претерпевают термическое—обратимое расширение. Это расширение происходит равномерно, без резкого роста или сжатия; характеризуется оно коэффициентом термического линейного α или объемного β расширения при нагревании материала на 1°C .

Коэффициент линейного термического расширения (к.т.р.) является переменной величиной, зависящей не только от материала изделия, его минералогического и фазового составов, структуры, но и от температуры. С повышением температуры коэффициент линейного термического расширения увеличивается, главным образом, в результате увеличения амплитуды колебания атомов в узлах кристаллической решетки относительно их среднего положения и ослабления связи ионов в кристаллической решетке.

Изделия с высоким содержанием кварца и небольшим содержанием полевого шпата имеют наибольший к.т.р. при температуре обжига 900°C . С увеличением температуры обжига к.т.р. уменьшается. К.т.р. изделий, не содержащих кварц, медленно увеличивается с повышением температуры обжига. Плотная обожженная керамическая масса имеет максимальный к.т.р.

При расчете состава керамических масс и глазури одним из основных требований является соответствие их коэффициентов линейного термического расширения. Соответствие к.т.р. глазури и керамической массы, обеспечивающее незначительные сжимающие напряжения в глазури после перехода ее в твердое состояние не только упрочняет керамический материал, но и устраняет образование пороков глазури — цека и отслаивания.

К.т.р. глазури и обожженной керамической массы зависит от составов массы и глазури, тонины помола компонентов, температуры и продолжительности обжига, состояния атмосферы печи.

Подбор коэффициента линейного термического расширения глазури к такому же показателю пористой обожженной керамической массы усложнен тем, что последняя расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении иначе, чем нанесенная на нее глазурь.

Для уменьшения растрескивания глазури обычно повышают температуру уфельного (бисквитного) обжига, так как она уменьшает расширение обожженной керамической массы.

Неравномерное охлаждение и сжатие различных участков изделия также может вызвать напряжения в глазури. В этом случае глазурь расширяется и сжимается быстрее, чем керамическая масса, что приводит к возникновению напряжений при ее отверждении.

Соответствие к.т.р. обожженной керамической массы и глазури может быть достигнуто изменением их составов. Причем глина и тонкоизмельченный углекислый кальций повышают к. т. р. черепка, а углекислый магний снижает его. Повышение содержания и тонкий помол кварца и одновременное снижение содержания полевого шпата и глинистой составляющей снижают к.т.р. черепка.

При изменении состава глазури исходят из того, что повышение содержания кремнезема и глинозема, снижение содержания окиси натрия, введение в состав глазури борной кислоты за счет снижения кремнезема и замены части флюса высокой относительной молекулярной массы на флюс низкой относительной молекулярной массы устраняют напряжения между глазурью и обожженной керамической массой изделий.

Повышение температуры обжига обычно снижает напряжение между глазурью и керамической массой и повышает термостойкость изделий. Однако следует иметь в виду, что, изменяя состав массы, можно при более низких, чем обычно, температурах обжига получить изделия, термостойкость которых будет выше термостойкости твердого фарфора.

Снятию напряжений в глазури и обожженной керамической массе изделий способствуют замена глины каолином, замена обычного кварца трепелом, более точный подбор к.т.р. глазури и

к.т.р. черепка, укрупнение зернового состава. Добавление в глазурь B_2O_3 и ZnO уменьшает к.т.р., особенно при замене ими окиси кальция и щелочей.

Полное и частичное фриттование компонентов глазури (фаянс, майолика, мягкий фарфор, низкоспекающиеся массы и др.) повышает ее однородность и термостойкость, снижает к.т.р. Применение вместо кварца синтетического плавленного корунда, характеризующегося более высокой механической прочностью и более низким к.т.р. также дало хорошие результаты.

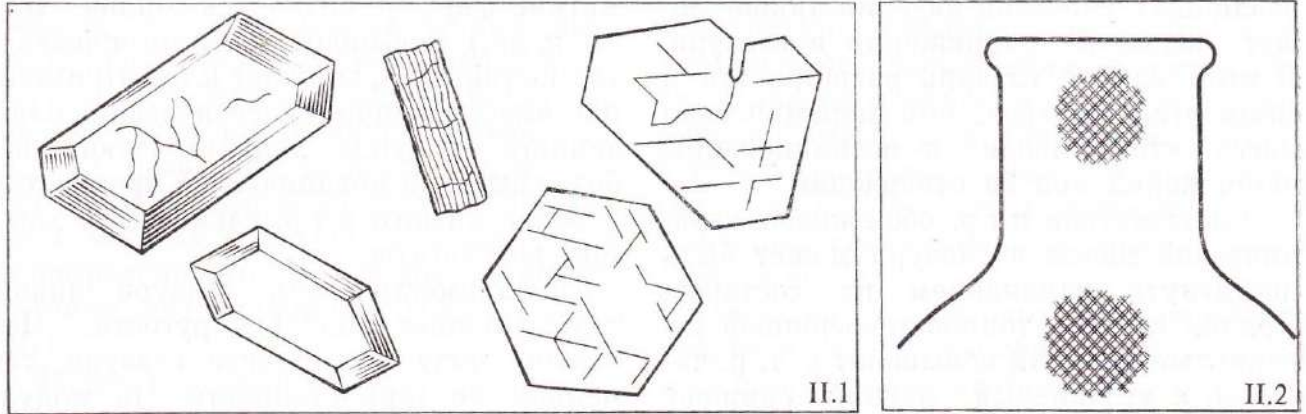
На термостойкость глазури значительно влияет модуль упругости. Чем больше модуль упругости глазури, тем меньше ее термостойкость. На модуль упругости в свою очередь влияют окислы, входящие в состав глазури: щелочноземельные окислы повышают модуль упругости больше, чем щелочные.

Значительные напряжения в глазури в том случае, когда они недостаточны для ее разрыва или отслаивания, могут вызвать деформацию изделий.

Термическое расширение определяет устойчивость к растрескиванию изделий при обжиге (особенно на стадии охлаждения), прочность глазури и прочность ее сцепления с основной массой. Влияние структуры глины на формообразование бытовой керамики выражается, например, в том, что частицы глины, имеющие чешуйчатую структуру (см. микроснимок II. 1, II. 2, II. 3), ориентируются своими плоскостями по поверхности изделия во время изготовления его на гончарном круге и, если возникает необходимость прилепить к кувшину отдельно изготовленную ручку, то необходимо будет места прикрепления ручки и места на кувшине, куда будет прилепляться ручка, прочертить бороздками, чтобы «взъерошить» на поверхности кувшина чешуйки глины с тем, чтобы нарушить в местах соединения ручки и кувшина ориентацию частиц. Если этого не сде-

II.1. Влияние чешуйчатой структуры глин на формирование керамических изделий

II.2—II.3. Пример влияния структуры глин на формирование керамического сосуда



лать, то во время сушки ручка отслоится и упадет или могут образоваться незаметные трещины, по которым образуется отрыв ручки во время обжига. Кроме того, с целью более прочного соединения ручки и кувшина необходимо увеличить плоскости соприкосновения кувшина и ручки, что в известной степени обуславливает формирование ручки.

Воздушная усадка, т. е. уменьшение объема изделия из глины в процессе сушки предъявляет свои требования в отношении формирования керамических изделий.

При конструировании бытовой керамической посуды необходимо стремиться к тому, чтобы высыхание всех частей изделия проходило с одинаковой скоростью. При неравномерном высыхании, когда часть изделия уже высохла и дала соответствующую «воздушную усадку», т. е. уменьшилась в объеме, а другая часть изделия осталась частично сырой и соответственно уменьшилась в объеме в меньшей степени, то между высохшей частью изделия и оставшейся сырой возникают внутренние напряжения. Затем при продолжении сушки, когда изделие

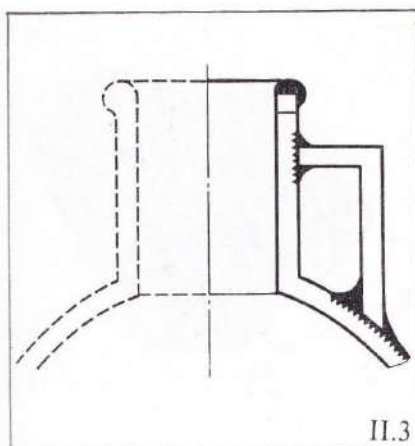
высыхает полностью, внутренние напряжения еще более усиливаются.

Внутренние напряжения, возникающие в результате неравномерного высыхания, неизбежно приводят к деформации и растрескиванию изделия особенно при скоростной сушке.

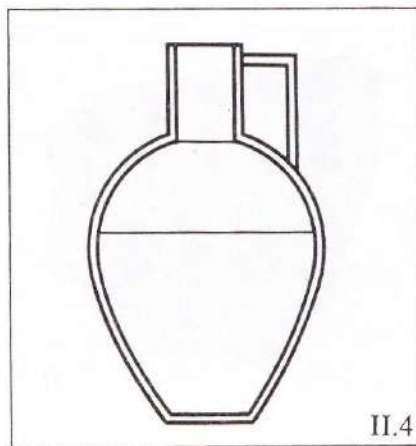
При выполнении уникальных изделий возможны технологические мероприятия, которые обеспечивают равномерную сушку и неконструктивных изделий. Это достигается за счет дополнительного увлажнения мокрыми тряпками выступающих, слишком тонких, «необтекаемых» деталей. Но они слишком трудоемки и поэтому невозможны при массовом производстве керамики.

При конструировании промышленных образцов необходимо иметь в виду возможность неравномерной и скоростной сушки изделий, которая обеспечит сушку изделий без образования расслоений, трещин и внутренних напряжений не только за счет технологических мероприятий (режим сушки, подбор тонких глиномасс и т. п.), но и за счет придания изделиям таких рациональных форм, которые гарантировали бы равно-

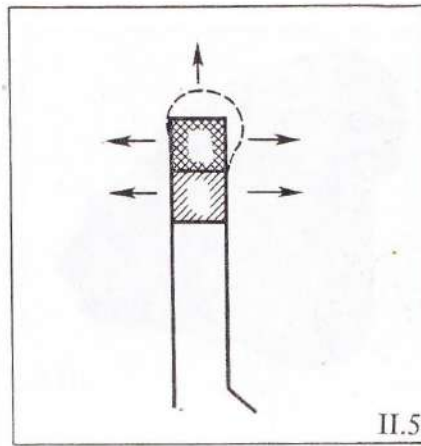
II.4. Конструктивная схема
кувшина емкостью 5 л



II.3



II.4



II.5

мерное высыхание изделий при любом режиме сушки. Создание таких форм вполне возможно при рациональном конструктивном решении изделия в целом и всех его частей и деталей с учетом воздушной усадки. Это удобнее всего показать на примере конструктивных решений крупногабаритных предметов бытовой керамики; рассмотрим закономерности влияния на формирование воздушной усадки глиномасс на следующем примере: кувшин для кваса емкостью 5 л.

На рис. II. 4 приведено предварительное конструктивное решение кувшина для кваса емкостью 5 л.

Рассмотрим, каким изменениям подвергнется конструктивная схема кувшина в зависимости от влияния на формирование керамических изделий такого свойства глины, как воздушная усадка.

Влияние воздушной усадки на конструктивное решение края сосуда. На рис. II. 5 изображен продольный разрез края кувшина. Поверхность испарения влаги на участке сечения S_1 больше, чем на участке S_2 , так как на участке

II.5. Продольный разрез
края кувшина

S_2 испарение может идти только с внутренней поверхности кувшина d_1 и внешней поверхности d_2 , тогда как на участке S испарение идет с трех поверхностей: торцевой b , внутренней d_1 и внешней d_2 . По этой причине край сосуда высыхает значительно быстрее остальной части кувшина. Вследствие воздушной усадки высыхание края с опережением во времени неизбежно приведет к растрескиванию, так как высохший край уменьшится в объеме тогда, когда сырая часть стенки сосуда, еще не давшая воздушной усадки, будет удерживать край от уменьшения в объеме, что приведет сначала к возникновению внутренних напряжений, а затем и к появлению трещин.

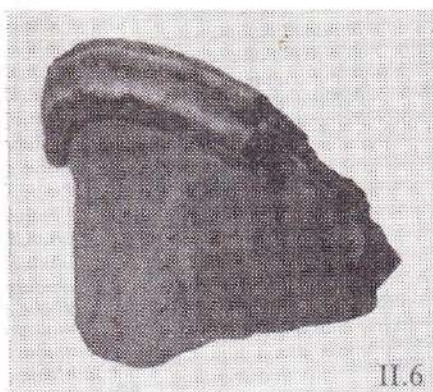
Существует очень древний прием конструктивного решения края керамического сосуда, обеспечивающий равномерную сушку без растрескивания. Прием этот сводится к значительному утолщению края стенки сосуда. Тогда за счет увеличения толщины край сохнет медленнее и скорость его высыхания не опережает скорости высыхания всего изделия в целом. В этом случае воздуш-

II.6. Черепки древней керамики
(IV в. до н. э.)

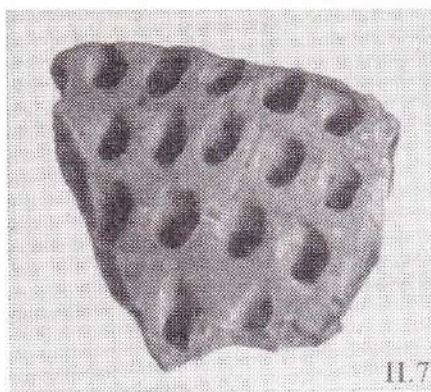
II.7. Искусственное уплотнение
черепка (IV в. до н. э.)

II.8. Черепки древней керамики
(IV в. до н. э.)

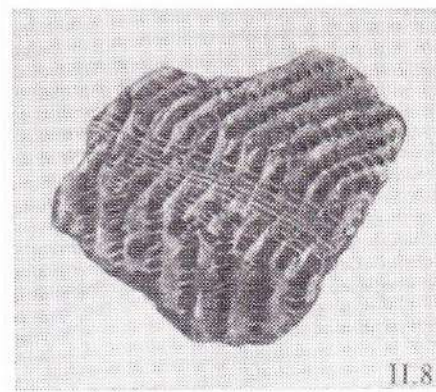
II.9. Прикрепление горловины
к тулову кувшина



II.6



II.7



II.8

ная усадка всего сосуда идет равномерно, все части сосуда уменьшаются одновременно и внутренних напряжений и трещин в изделии не образуется. Однако этот прием влияет на формообразование края стенки сосуда.

Утолщение края стенки создает впечатление особой массивности керамических изделий. Этот прием был известен гончарам глубокой древности. Археологи находят черепки и даже целые керамические сосуды, относящиеся к IV тыс., у которых на наружной стороне края сосуда налеплен жгут из той же глины, что несомненно сделано с целью предохранения края сосуда от растрескивания во время сушки (рис. II.6—II.8).

Влияние воздушной усадки на конструктивное решение сочленения горловины и тулова кувшина. Большой объем тулова кувшина и значительно меньший объем горловины может представить опасность возникновения внутренних напряжений и трещин за счет воздушной усадки, если высыхание горловины опережает высыхание тулова.

Чтобы этого не случилось, необходимо толщину стенок горловины делать

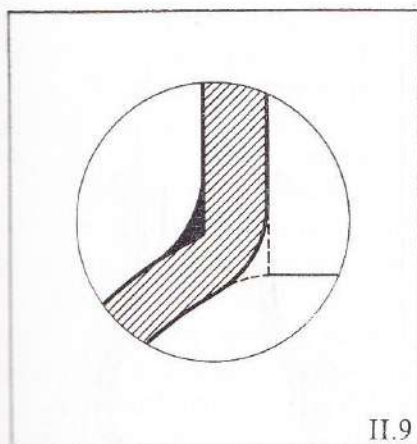
большой по сравнению с толщиной стенок тулова (для гончарных изделий из глины различной пластичности эта разница в толщине стенок может колебаться от 10 до 20%), но это утолщение не воспринимается «на глаз» и поэтому не может быть отнесено к визуально воспринимаемому формообразующему фактору. Этот прием следует отнести к конструкции тем более, что усиление горловины кувшина (рис. II.9) так же, как и усиление донца кувшина (рис. II.10), конструктивно вполне оправдано.

Усиление донца несколько изменяет форму сосуда так, что отчасти это усиление следует отнести к формообразующему фактору. С целью уменьшения возможности возникновения трещин или внутренних напряжений между туловом и горловиной как во время сушки, так и во время обжига сглаживают переход от цилиндрической формы горловины к шарообразной форме тулова (в верхней части тулова).

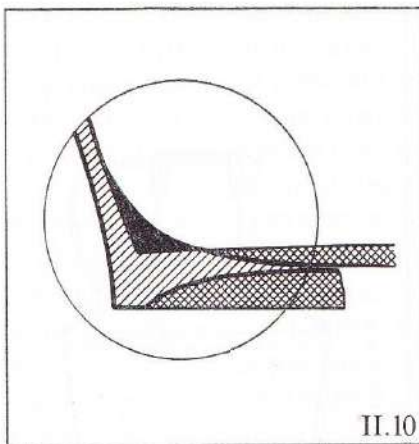
Прием смягчения переходов одной формы в другую, сглаживание всех внутренних и внешних углов, продиктованное условиями не только сушки, но и обжига, создает впечатление обтекае-

II.10. Закономерности
 формообразования дна кувшина
 в зависимости от структуры сырья,
 воздушной и огневой усадок глинистого
 материала, из которого он изготовлен

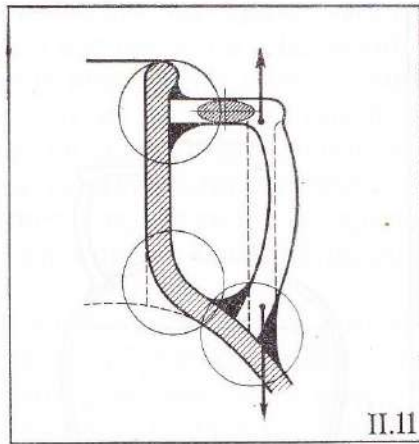
II.11. Формообразование ручки кувшина
 с учетом предупреждения возникновения
 внутренних напряжений во время
 сушки и обжига



II.9



II.10



II.11

мости керамических изделий и является серьезным формообразующим фактором.

Влияние огневой усадки на формообразование керамических изделий. Общая усадка керамических изделий, т. е. уменьшение объема, которое происходит при сушке и обжиге изделия, складывается из воздушной и огневой усадки. Обе эти усадки для гончарных изделий, терракоты, майолики и фаянса колеблются в зависимости от состава глиномасс и температуры обжига в пределах 10—12%.

При этом соотношение этих усадок может составлять примерно равные величины: 5—6% для воздушной и 5—6% для огневой. Для фарфора и каменных масс при общей усадке 17% на долю огневой может приходиться 15—16%, а на долю воздушной — 1—2%. При изготовлении тонкостенных керамических изделий (фарфор, каменная масса) с целью сокращения процента брака в процессе формирования и сушки с помощью специальных отощающих добавок получают глиномассу настолько малочувствительную к сушке,

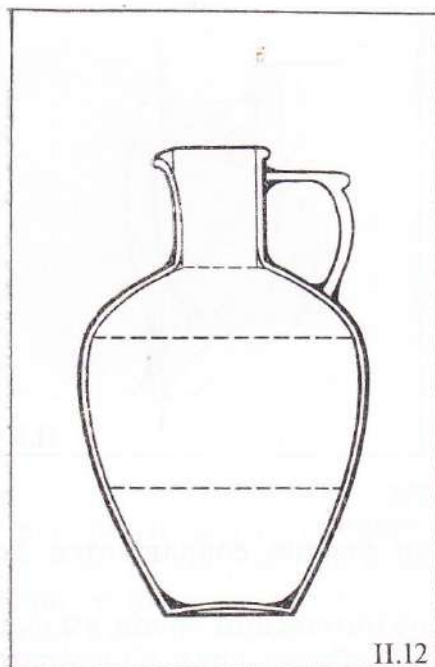
что воздушная усадка сокращается до 1—2%.

Такой технологический прием вызван необходимостью обеспечения надежного способа получения сырья фарфоровых изделий без внутренних напряжений и микротрещин, так как эти трудноконтролируемые дефекты сырья неизбежно приводят к браку во время обжига. Такой прием возможен, потому что обжиг фарфора ведется до полного спекания, и сближение частиц происходит в основном во время обжига. Уплотнение материала и нарастание прочности изделия полностью осуществляются во время обжига, тогда как при изготовлении гончарных изделий уплотнение материала происходит не только во время обжига, но также и во время сушки. Влияние обжига на формообразование керамики выражается прежде всего в том, что все переходы сочлененных форм должны быть плавными, так как резкие переходы могут вызвать разрывы за счет огневой усадки материала из-за неравномерного и неодновременного нагрева изделий. Неравномерность нагре-

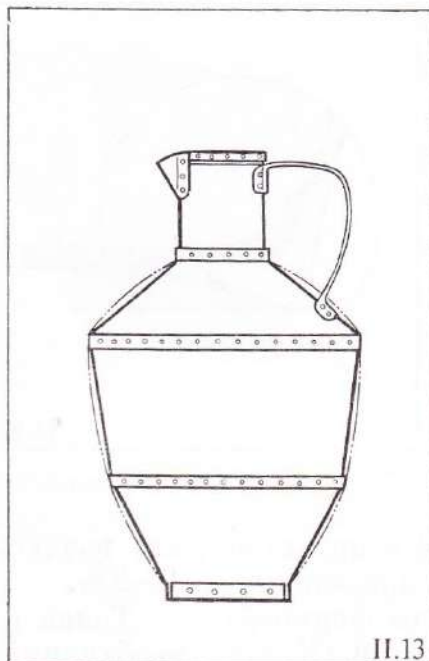
II.12. Формообразование кувшина в соответствии со структурой материала, из которого он изготовлен

II.13. Кувшин из металла, выполненный по той же конструктивной схеме (рис. II.12)

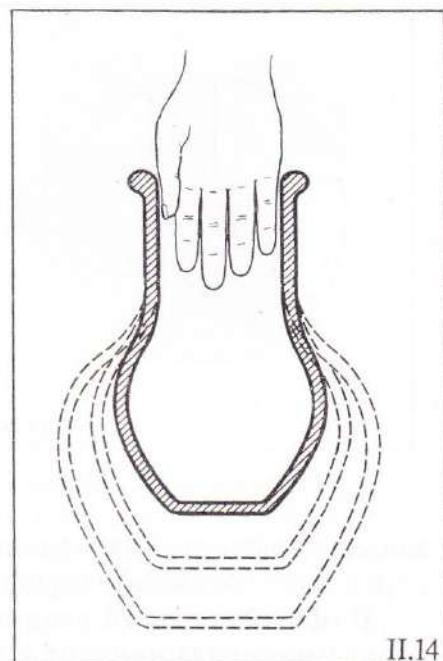
II.14. Формообразование горловины у сосудов для молока в соответствии с их функциональным назначением



II.12



II.13



II.14

ва, и следовательно неравномерность уменьшения размеров во время обжига за счет огневой усадки, особенно резко сказывается на выступающих от основного объема деталях, таких, как ручки, носики, горловины, сливы, ножки, лепные украшения и т. п. Если наблюдать во время обжига через смотровое отверстие печи за нагреванием кувшина, то увидим, что кувшин нагревается неодновременно, вначале, когда основной объем и горловина остаются еще темными, ручка уже нагрелась докрасна. Затем нагревается докрасна горловина, основной объем еще темный, а ручка уже светится ярко-оранжевым цветом.

В этот период обжига ручка дает уже полную усадку, горловина начинает уменьшаться в объеме, а основной объем еще не воспринимает действия огне-

вой усадки. Совершенно очевидно, что в этот период возникают внутренние напряжения между горловиной и основным объемом, и особенно в невыгодном положении оказывается ручка, нагретая до более высокой температуры по сравнению с горловиной, особенно по сравнению с основной частью объема. В этот период обжига ручка испытывает растягивающие усилия. Затем наступает (в период выдержки на высшей точке температуры обжига) равномерный нагрев всего изделия, все изделие целиком и полностью получает огневую усадку, и все напряжения, возникшие во время нагревания, снимаются, т. е. силы внутреннего напряжения взаимно уравновешиваются.

В процессе охлаждения изделия наблюдается неравномерное охлаждение, но происходящее в обратном порядке.

Вначале охлаждается ручка, при этом возникают напряжения в местах прикрепления ручки к горловине (зона *а*), затем в месте прикрепления ручки к тулову кувшина (зона *б*).

С целью максимального уменьшения напряжений целесообразно ручку делать изогнутой формы (рис. II. 11), тогда ручка во время охлаждения при уменьшении ее размера вследствие огневой усадки изменяет стрелу прогиба, за счет чего частично снимаются внутренние напряжения.

Места сопряжения переходов форм в зонах *а*, *б* и *в* делаются плавными.

Как уже упоминалось, впечатление обтекаемости форм керамических изделий, вызываемое закономерностью формообразования в соответствии с требованиями воздушной усадки исходного сырья, оказываются целесообразными и в отношении огневой усадки.

Рассмотрим, какое развитие получила конструкция кувшина в соответствии с требованиями керамического материала, из которого проектируется его изготовление (рис. II. 12). Если изготовить кувшин из листового металла в соответствии с конструктивной схемой, приведенной на рисунке, то такой кувшин мог бы служить для тех же целей, что и керамический, сохраняя тем не менее облик металлического кувшина. При сравнении конструктивной схемы (рис. II. 12 и рис. II. 13) видим, что внесенные в конструктивную схему поправки, продиктованные специфическими свойствами материала, придают кувшину характерную для керамики форму. Подробно рассмотренные сочленения керамического кувшина создают отправные точки для художника-керамиста, проектирующего данное изделие. Однако определение прямой функции предмета — предварительное и обязательное условие художественного конструирования керамики, так как, несмотря на целый ряд перечисленных закономерностей

формообразования, диктуемых особенностями материала, функция в значительной мере определяет форму изделия.

Задавшись основной функцией и рабочим объемом предмета, выбрав конструктивную схему кувшина, учитывая материал, из которого он будет выполнен, технологию изготовления (в данном случае пластический метод формования на гончарном круге и лепка слива и ручки) и получив данные в отношении специфических свойств глиномассы, художник-керамист приступает к разработке художественного решения формы кувшина.

Выше уже говорилось о том, что содержание вещи обуславливается ее функцией, которая может быть определена как назначение предмета. Однако непосредственное назначение вещи является еще далеко не достаточным для ее полной, исчерпывающей характеристики. Полная всесторонняя характеристика предмета раскрывается только в комплексном взаимодействии ее с другими вещами, в сложном взаимодействии человека в процессе практического использования предмета.

В течение многих столетий сосуды для молока во всех районах распространения имеют одинаковую, весьма характерную схему построения формы (яйцевидное тулово и очень широкая горловина), тогда как для других жидкостей (квас, брага, пиво, мед, вода, вино) сосуды того же времени и из тех же мест народного производства имеют самые разнообразные формы, иногда очень причудливые (рис. II. 15, II. 16). Сосуды для молока и для других напитков обладают одними и теми же прямыми функциями во всех приведенных примерах — это емкости для жидкостей.

Закономерно возникает вопрос, почему разные гончары, работавшие в разное время (с интервалом в несколько столетий), в значительно отдаленных

II.15. «Кумган» для вина. г. Скопин
Рязанской обл. Вторая половина XIX—
начало XX в. Государственный
Исторический музей



друг от друга областях (иногда на сотни и даже тысячи километров), все без исключения, начиная от малоквалифицированного гончара и кончая народным мастером самого высшего гончарного искусства, выполнявшие различные кув-

II.16. Кувшин для вина.
Зеленая глазурь. г. Скопин
Рязанской обл. Вторая половина
XIX—начало XX в.
Государственный Исторический музей



шины для разных напитков самых разнообразных форм, когда доходило дело до изготовления сосудов для молока, всегда и все без исключения строго придерживались одних и тех же форм.

Чем объясняется столь строгая закономерность формообразования сосудов для молока, тогда как для сосудов, предназначенных для других напитков, никаких обязательных норм формообразования не существовало.

Необходимо отметить, что даже в тех случаях, когда кувшины для молока богато расписывались ангобами или красиво декорировались цветными глазурями (зелеными, желтыми и коричневыми), форма сосуда для молока всегда оставалась традиционной. Эти кувшины всегда с широким горлом, которое независимо от объема полезной емкости сосуда всегда имеет одни и те же размеры горловины (или во всяком случае очень близкие размеры). Внутренний диаметр горловины всегда составляет независимо от других размеров сосуда $11 \text{ см} \pm 1 \text{ см}$ и наружный диаметр $12 \text{ см} \pm 1 \text{ см}$. Широкая горловина объясняется отнюдь не прямой функцией сосуда, т. е. емкостью для хранения молока, а тем, что во время мойки сосуда можно было бы сквозь широкое горло просунуть руку внутрь кувшина, чтобы можно было оттереть внутреннюю поверхность от молока. Дело в том, что входящий в состав молока козеин при высыхании образует на внутренней поверхности сосуда нерастворимый в воде осадок, который можно отмыть только сильным механическим воздействием.

Свежее молоко, налитое в недостаточно тщательно вымытый кувшин,

очень скоро прокиснет, тогда как другие напитки: квас, пиво, вино, мед, — не дают нерастворимых в воде осадков. Сосуды от этих напитков легко моются, а если в них и остается часть напитка, то его можно долить свежим и от этого качество напитка не ухудшится. По этой причине сосуды для кваса, пива, меда, вина, воды всегда изготавливались самых разнообразных форм, причем их горловины могут быть узкими и любой формы, лишь бы через них было возможно наливать и выливать напиток. Для того чтобы подготовить такие сосуды для заполнения свежим напитком, достаточно налить в них воду, поболтать и вылить, и совсем не обязательно при мойке оттирать внутреннюю поверхность. Но здесь снова возникает вопрос: почему кувшины для молока делались с наружным диаметром горловины не более 12 см? Почему диаметр горловины не делали равным диаметру основного объема?

Ответ на этот вопрос находим из конструктивного решения народной формы кувшина для молока: если увеличить диаметр горловины, то, действительно, мыть такой сосуд было бы удобнее, так как форма кувшина была бы более открытой, но из такого кувшина с расширенной горловиной было бы очень неудобно наливать, так как наружный диаметр горловины, увеличенный сверх 12 см, сделал бы невозможным захват горловины рукой.

III

ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИЙ АНАЛИЗ АНАЛОГОВ И ПРОТОТИПОВ

Научно-техническая революция поставила перед художниками-керамистами новые, очень сложные задачи прежде всего потому, что развитие техники внесло изменения в условия производства художественного фарфора и фаянса.

Развитие техники массового производства крупнейших заводов по производству чайной, кофейной, обеденной и специальной посуды, предназначенной для эксплуатации как в условиях современной жилой квартиры, так и в условиях предприятий общественного питания, ставит художников-керамистов перед необходимостью по-новому вести проектирование промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности.

Необходимо подчеркнуть, что при проведении художественно-конструкторского анализа прототипов и аналогов анализ формообразования проектируемых изделий проводят с учетом специфических свойств фарфора, рассматривая прототипы и аналоги с начала возникновения той или иной разновидности фарфора. Внимательное отношение к технологии, обеспечивающей заданное формообразование в прошлом, необходимо потому, что многие технологические и конструктивные приемы, разработанные ранее при применении ручного труда высококвалифицированных мастеров, позднее при переходе к массовому производству были отброшены как нерентабельные и заменены более примитивными технологическими приемами с целью приспособления форм к массовому выпуску более дешевых изделий.

В настоящее время вполне возможно на основе достижений технической

революции возродить сложные и забытые приемы формообразования изделий, но уже на новом высоком уровне технологии.

Соответствующее внимание уделяется анализу формообразования тонкокерамических изделий, связанного с различными старыми рецептами фарфоровых масс, глазурей и их обжиге при различных температурах и газовых режимах обжига. Однако необходимо предостеречь учащегося от попытки прямого подражания каким бы то ни было аналогам и прототипам.

Известно, что, кроме эстетических, одним из основных факторов формообразования проектируемых изделий является функциональный процесс и особенности той предметной среды, в которой этот проектируемый предмет будет находиться, функционировать.

При одних и тех же прямых функциях проектируемого предмета функциональный процесс и взаимодействия предмета с человеком и другими предметами заданной предметной среды будут оказывать на формообразование проектируемого предмета самое решительное воздействие. Далее нами будет показано на примере г. Дельфта, как слепое подражание китайским и японским образцам привело голландскую керамическую промышленность к полному упадку и вырождению.

В XV в. в Европе стали появляться привозимые из Китая изделия из фарфора. Этот керамический материал обладал совершенно новыми свойствами по сравнению с изделиями европейской керамики: необыкновенно белым цветом, просвечивающимся тонким и одновременно прочным, твердым черепком.

Фарфоровый черепок сравнивали с перламутром, отсюда и европейское название фарфора — «порцеллан».

Не меньшее восхищение вызывала отделка и красота росписи китайского фарфора, а также белизна и прозрачность черепка.

Прозрачность черепка вполне оправдывает заблуждение европейцев того времени, принимавших китайский фарфор за матовое стекло.

В связи с этим представлением европейцев XVI в. о фарфоре интересна записка в инвентарной описи драгоценностей, оставшихся после смерти испанской королевы Изабеллы (1505 г.): «Чаша из стекла, называемая фарфоровой».

Уверенность в том, что фарфор представляет собой стекло, повлекла за собой ряд попыток получения фарфора из стекла (фарфор Реомюра, фарфор Медичи, фриттовый фарфор, паросский фарфор и др.).

В новом керамическом материале удивляло и еще одно свойство: фарфоровый сосуд не только не растрескивался, когда в него наливали кипяток (как это происходило со стеклом), но будучи раскален на огне и тут же погруженный в воду, он оставался целым, без единой трещины.

Эти столь удивительные для европейцев XV—XVI вв. свойства фарфора, его необыкновенная прочность, белизна, просвечиваемость, термостойкость и водонепроницаемость находятся в прямой зависимости от структуры самого материала.

III.1

Анализ аналогов и прототипов с точки зрения их формообразования

Открытие китайского фарфора не принадлежит какому-то отдельному человеку. Авторами этого замечательного керамического материала являются мно-

гие поколения китайских ремесленников-керамистов, развивавших свое мастерство и передававших свои технологические открытия и усовершенствования от поколения к поколению.

Когда китайские мастера в процессе усовершенствования технологии изготовления своих гончарных изделий перешли от получения светло-серых каменных масс, обжигаемых до полного спекания в восстановительной газовой среде, к белому фарфору с просвечивающимся черепком, пока не установлено.

В соответствии с целью и направленностью данного учебника значительно более важным для нас, чем спор о времени появления фарфора, является выявление условий получения китайского фарфора, влияющих на его свойства с точки зрения формообразования изделий и декоративных возможностей фарфора как материала.

Поэтому из чрезвычайно обширного литературного материала по истории развития древнекитайской керамики нами будут рассматриваться только отдельные вопросы, связанные с формообразованием изделий из фарфора:

1. Особенности горных пород, служивших исходным сырьем при производстве китайского фарфора.

2. Влияние высокой температуры обжига на формообразование фарфора и предшествующего фарфору «каменного товара» («предфарфору»), обжигаемых до полного спекания в восстановительной газовой среде.

3. Сочетание высокой температуры обжига и восстановительной газовой среды и формообразование фарфора.

4. Композиция и формообразование в зависимости от фарфора как материала.

5. Формообразование и живопись по фарфору.

Фарфоровые изделия, отличающиеся особой белизной и просвечиваемостью черепка, в Китае начали изготавливать при династии

Тан (Тайнг, Тинг), правившей в 618 по 907 г. н. э., однако китайские археологи, производившие раскопки с 1928 по 1937 г. в Аньяне на севере провинции Хэ-Нань, относят появление фарфора к периоду Хань (т. е. 206 г. до н. э. — 221 г. н. э.).

6. Мастерство резьбы по кости, камню, дереву, красному лаку и разьба по фарфору.

7. Формообразование фарфоровых двустенных сосудов.

8. Техника «рисового зерна».

9. Формообразование фарфоровых изделий в подражание бронзе.

10. Технологические способы декорирования. Зеленая глазурь восстановительного огня «родник дракона», «селадон», «цек», тройной обжиг в восстановительной среде и др.

Прежде чем говорить о формообразовании фарфоровых изделий, необходимо ответить на закономерно возникающий вопрос: какие условия обеспечили возможность открытия и организации производства такого технологически трудновыполнимого керамического материала, как фарфор? Могут быть приведены следующие основные условия, позволившие китайским керамистам открыть и на основе этого открытия в течение очень длительного времени отработать технологию получения и наладить производство художественного фарфора.

Авторы, относящие появление фарфора ко времени правления династии Тан, не соглашались с китайскими учеными, указывая на то обстоятельство, что фарфор времени династии Хань еще не является настоящим фарфором и вследствие его недостаточной белизны и просвечиваемости скорее может быть отнесен к каменным массам. Споры эти, вероятно, будут вести еще долго, поскольку провести четкую границу между свойствами обоих керамических материалов очень трудно. Возможно, спор решат новые археологические исследования.

Развитие производительных сил Китая и оживленная торговля с соседними

странами предметами прикладного искусства создали условия все возрастающего спроса на керамические изделия китайских ремесленников.

Несмотря на применение ручного труда, производство фарфора в Китае превратилось в мощную отрасль кустарно-промышленного производства. В период расцвета фарфорового производства (середина XV — конец XVII в.) в большинстве китайских провинций возникли мастерские по изготовлению фарфоровых изделий.

Центром фарфоровой промышленности стал город Цзиндэчжень, который уже в XV в. насчитывал более миллиона жителей.

Природные условия, предоставившие в распоряжение китайских гончаров беложгущиеся тугоплавкие глины, требующие для полного спекания высокой температуры обжига (1350—1380° С), поставили китайских гончаров перед необходимостью решения технической задачи — организации обжига гончарных изделий при высоких температурах.

Эта труднейшая техническая задача была блестяще решена китайскими гончарами задолго до появления фарфора.

Время перехода к высокому обжигу гончарных беложгущихся изделий, по нашему мнению, следует отнести к периоду правления династии Хань, когда появляются уже фарфороподобные изделия, еще не являющиеся фарфором как в отношении просвечиваемости, так и в отношении белизны.

Сам факт споров ученых о времени появления фарфора в таком огромном интервале времени (т. е. 206 г. до н. э. — 907 г. н. э.) говорит о постепенном, очень медленном переходе от производства близкого к фарфору каменного керамического материала, условно называемого иногда в литературе предфарфором или фарфоровидным керамическим материалом, в классический фарфор с белым просвечивающим черепшом.

III.2

Влияние высокой температуры обжига на формообразование керамики

Применение высокой температуры при обжиге гончарных изделий уже само по себе было значительным событием в истории развития китайской керамики. Высокая температура обжига обеспечивала значительное повышение степени спекания черепка, что в свою очередь делало черепок водонепроницаемым и резко увеличивало его прочность. В какой зависимости находится степень спекания и механическая прочность изделий, может характеризовать следующий пример: если из гончарной красножгущейся глины отформовать образец в виде кирпича, высушить и обжечь его при температуре 900—950°C и затем подвергнуть его испытанию на механическую прочность, то такой образец покажет сопротивление сжатию в лучшем случае 200—400 кг/см², а если такой же образец из той же глины обжечь при температуре 1150—1200°C и довести его обжиг до полного спекания (как это делают при обжиге плиток для полов), то при испытании на прочность такой образец покажет сопротивление сжатию уже 3000—4000 кг/см², т. е. более чем в 10 раз больше, чем в первом случае, тогда как тепловые затраты, необходимые для доведения температуры печи от 950 до 1200°C, будут незначительными, особенно по сравнению с 10—12-кратным повышением прочности изделий.

Высокая температура обжига, обеспечивающая одновременно и повышение прочности изделий, их водонепроницаемость, радикально влияла на повышение качества изделий, являясь решающим фактором формообразования изделий.

Высокая температура обжига керамики из беложгущихся тугоплавких

глин с доведением обжигаемых изделий до полного спекания явилась одним из решающих этапов на многовековом пути усовершенствования и усложнений технологии изготовления беложгущихся изделий.

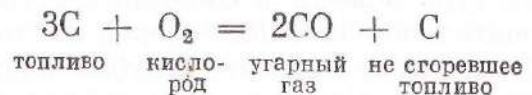
III.3

Влияние восстановительной газовой среды обжига на формообразование керамики

При обжиге керамики в печи в зависимости от соотношения топлива и кислорода, участвующих в реакции горения, может быть создана нейтральная, окислительная или восстановительная газовая среда.

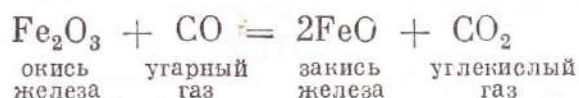
При обжиге керамических изделий для получения желаемого качества большое значение наряду с температурным режимом имеет газовый режим обжига, т. е. согласованная во времени смена восстановительной, нейтральной и окислительной газовой среды.

Если в топку печи будет подано избыточное количество топлива по отношению к подаваемому с воздухом кислороду, то реакция горения будет проходить не до конца и в результате неполного сгорания будет образовываться не углекислый газ (CO₂), а угарный газ (CO) и оставаться не прореагировавшее с кислородом топливо (C) в виде копоти и дыма. В упрощенном виде эта реакция может быть записана



Угарный газ, являясь в данных условиях особо активным восстановителем, будет реагировать с окисью железа Fe₂O₃, восстанавливая ее в закись железа (FeO), присоединяя к себе кислород и образуя за счет присоединенного

кислорода углекислый газ CO_2



Образующаяся во время обжига в восстановительной газовой среде закись железа играет в синтезе керамики двойную роль, во-первых, закись железа, вступая в химическое взаимодействие с другими компонентами керамической шихты, образует легкоплавкие эвтектики, за счет чего увеличивается количество жидкой фазы, что повышает степень спекания при более низких температурах обжига и увеличивает прочность керамического черепка, и, во-вторых, переход окиси железа, окрашивающей керамический черепок в красный цвет, изменяет окраску керамики, обожженной в восстановительной газовой среде на зеленовато-голубую. Так, например, уже в XIII в. большим спросом за пределами Китая стали пользоваться называемые в Европе «селадонами» — толстостенные изделия из каменной массы, отличавшиеся необыкновенной для керамики прочностью. Плотносспекшийся черепок имел светло-серую окраску. Изделия были покрыты зеленовато-голубой глазурью разных оттенков (рис. III.1, III.2, III.3). Высокая температура обжига в сочетании с восстановительной газовой средой не только обеспечивает серовато-голубой цвет изделия, но является формообразующим фактором (оплавленность форм). Изготавливались «селадоны» (по-китайски «родник дракона») в провинции Чэ-Цзян в округе Лун-Юань. Эти каменные изделия, предшествующие фарфору, обжигались при сочетании высокой



III.1

температуры и восстановительной газовой среды. Это еще не был фарфор, но высокая температура обжига, сознательное применение восстановительной газовой среды и введение в шихту фарфорового камня для осветления черепка обусловили при дальнейшем усовершенствовании технологии получение фарфора.

Наряду с «селадонами» большую известность получили изделия, декорированные «цеком». Вероятно, открытие цека могло произойти случайно при вынужденной остановке обжига (может быть из-за перебоя в доставке топлива). Если в период начала расплавления глазури при охлаждении печи появился цек, а затем при вторичном разогреве печи в начальном периоде нового об-

III.2. Керамическая ваза «Селадон»
(IX—XIII вв.)



III.3. Курильница (IX—XIII вв.)



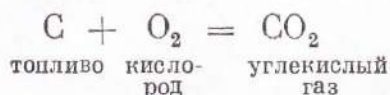
жиги при коптящем пламени (а это в начале обжига всегда неизбежно) в трещины глазури внедряется углерод (копоть), то при дальнейшем нагреве в случае сохранения восстановительной газовой среды копоть не выгорает при расплавлении глазури. Углерод, внедрившийся в трещины глазури, оказывается изолированным от доступа кислорода и не может выгореть при дальнейшем подъеме температуры. Незаглазурированная нижняя часть изделия, не защищенная от доступа кислорода, принимает снова красный цвет.

При современном промышленном производстве фарфора непременным условием технологии обжига является использование восстановительной газовой

среды политого обжига, необходимой для получения белого фарфора за счет перевода окиси железа (всегда неизбежно присутствующей в фарфоровой шихте) в закись железа, что обеспечивает получение голубовато-белого цвета черепка и повышает его прозрачность.

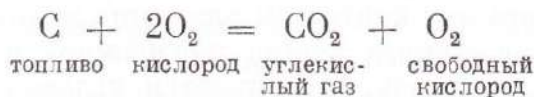
Несоблюдение газового режима обжига всегда неизбежно приводит к выходу из печи желтого или желто-серого фарфора.

В случае, если все топливо, подающееся в топку печи, полностью сгорает и в печи не остается свободного кислорода, то в печи создается нейтральная газовая среда



Углекислый газ ни с топливом, ни с окислами металлов, входящих в состав керамической шихты, не реагирует.

Если в топку печи подано меньше топлива, а количество подаваемого с воздухом кислорода осталось неизменным, то избыточное количество кислорода создает в печи окислительную газовую среду



Когда ведется обжиг грубой керамики (гончарных изделий, кирпича, черепицы, дренажных труб и пр.) из красножгущихся глин и суглинков, то обычно не регулируют газовую среду обжига. Тогда сама собой устанавливается такая последовательная смена газовой среды в печи: в начале обжига в еще холодную топку забрасывают топливо, и оно только начинает гореть; устанавливается восстановительная газовая среда; происходит досушка изделий, из пор которых выделяется в виде пара физически связанная вода; в это время из трубы печи

выходят пар и черный дым; поверхность изделий, стоящих в печи, покрывается сажей и копотью, а после удаления из пор паров воды углерод глубоко внедряется в поры черепка; затем топливо разгорается сильнее; дым, выходящий из трубы, делается все прозрачнее и прозрачнее — это говорит о том, что восстановительная среда постепенно становится нейтральной и наступает полное сгорание топлива. Из трубы в это время выходят прозрачные топочные газы, в основном состоящие из углекислого газа. Углерод, внедрившийся в поры керамического черепка, еще не выгорает, затем по мере сгорания топлива нейтральная газовая среда сменяется окислительной, поскольку количество несгоревшего топлива уменьшается, а количество кислорода, подаваемого в топку, остается прежним. При переходе нейтральной газовой среды в окислительную постепенно выгорает углерод, внедрившийся в поры черепка. Далее следует подача новой порции топлива, снова создается восстановительная газовая среда, сменяемая затем по мере сгорания топлива нейтральной и вслед за ней окислительной газовой средой, но эта смена газовых сред обжига происходит уже при более высоких температурах.

В конце обжига, когда изделия уже достаточно нагреты (600—800°C), внедрение углерода в поры черепка при установлении в печи восстановительной газовой среды уже не происходит.

По мере дальнейшего нагрева печи и находящихся в ней изделий период восстановительной газовой среды сокращается во времени за счет увеличения периода нейтральной и окислительной газовых сред изделий из красножгущихся глин. Обычно обжиг заканчивается при температуре 900—950°C, редко при температуре 980°C и окислительной газовой среде, при которой окись железа окрашивает черепок изделий в кирпично-красный цвет. Если из тех же красно-

жгущихся гончарных глин или суглинков изготовить керамические изделия, установить для обжига их заданный газовый режим, то при том же температурном режиме и при той же конечной температуре обжига 900—950°C возможно радикально изменить качество получаемых из обжига изделий в отношении их пористости, прочности, декоративных свойств.

Например, если сочетание температурного и газового режимов будет построено таким образом, чтобы установившийся с самого начала обжига восстановительный газовый режим, когда в поры керамического черепка активно внедряется углерод, окрашивая черепок в черный цвет, поддерживался до конца обжига за счет непрерывно подаваемого топлива, то углерод, внедрившийся в черепок изделия, не выгорит, и черная окраска изделия останется и после обжига, а окись железа благодаря восстановительной газовой среде обжига перейдет в закись железа, которая дополнительно окрасит черепок и придаст уже черному изделию синеватый оттенок. Примером могут служить изделия русских гончаров — черная орнаментированная лощением керамика. Кустарное производство этого типа изделий на севере России продолжалось до XX в. и были они известны под названием «Синюшки». Обжигались они в восстановительной газовой среде при температуре 900—950° С в конце обжига.

Если сочетание температурного и газового режимов будет построено таким образом, чтобы установившаяся в начале обжига восстановительная газовая среда, когда в поры керамического черепка внедряется углерод, поддерживалась не до конца обжига, а в конце устанавливалась бы (за счет прекращения подачи в печь топлива) нейтральная или слабоокислительная газовая среда, то получат светло-серые изделия за счет частичной окраски в серый цвет угле-

родом, оставшимся в небольшом количестве в черепке, в сочетании с голубым цветом за счет окраски черепка закисью железа. Примером подобного режима, применяемого кустарями и дошедшего до нашего времени, может служить дагестанская керамика (рис. III. 4, III. 5). Характерно, что на отдельных изделиях дагестанской керамики можно наблюдать пятна, переходящие от холодно-серого цвета к теплomu розовому. Это объясняется обжигом, когда в отдельных зонах печи создается переходная газовая среда от нейтральной к слабоокислительной, от соприкосновения с последней закись железа восстанавливается опять в окись железа, дающую розовые пятна.

Известны приемы обжига с созданием восстановительной газовой среды в конце обжига — это «задымленная» и «чернолощенная керамика» Грузии (рис. III. 6, III. 7).

Чернолощенная керамика трудом грузинских ученых, художников и мастеров-керамистов возрождена по древнегрузинским образцам и получила всеобщее признание как достижение современного грузинского прикладного искусства. Сочетание температурного и газового режимов обжига грузинской керамики построено таким образом, что восстановительная газовая среда создается в конце обжига, когда предельная температура обжига 900—950°C уже достигнута и печь начинает охлаждаться. Применяемое грузинскими художниками частичное покрытие медными эмалями восстановительного огня также требует создания восстановительной газовой среды в конце обжига.

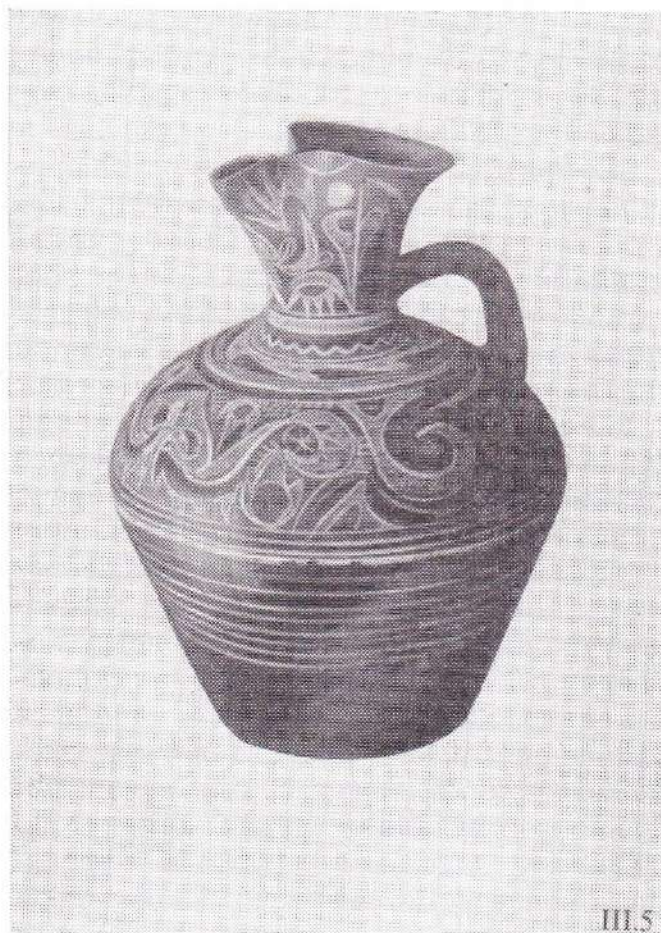
Обжиг греческого «черного лака» на чернофигурной и краснофигурной керамике, как теперь это экспериментально доказано, проводился следующим образом: изделие покрывалось сплошь легкоплавким флюсным ангобом, затем на изделие наносился рисунок, и фон от

III.4. Дагестанская керамика, обожженная при температуре 900—950°C в сочетании с восстановительной газовой средой и окончанием обжига в нейтральной газовой среде



III.4

III.5. Дагестанская керамика (VI—V в. до н. э.)



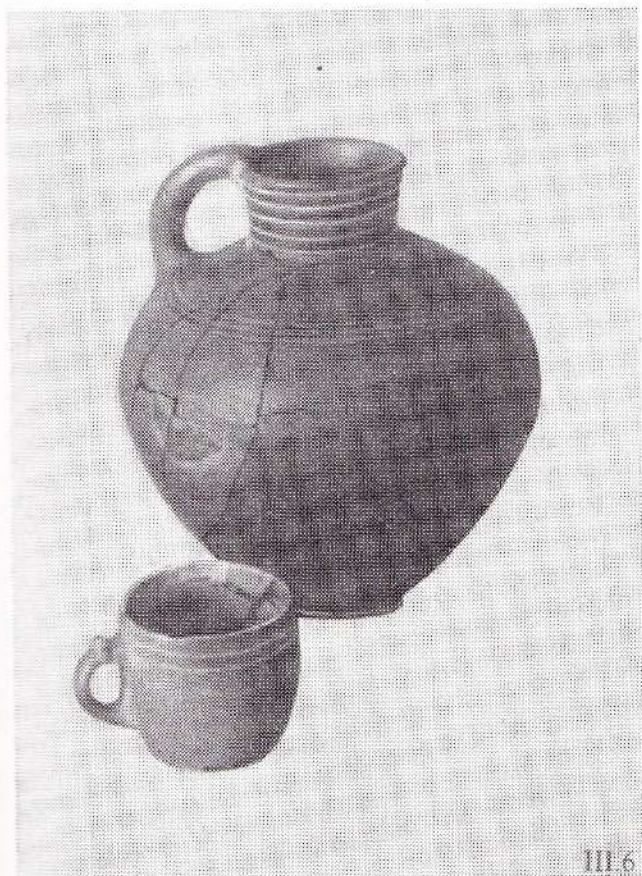
III.5

ангобного покрытия освобождался путем прочистки до основного черепка. В случае, если хотели получить красные фигурки на черном фоне, фон оставляли покрытый ангобом, а фигуры освобождали от ангобного покрытия. Обжиг проводился так же, как и обычных гончарных изделий: открытым способом без капсулей. В начале обжига, как всегда, создается восстановительная газовая среда с обильным выделением сажи, которая внедряется как в черепок в красный фон, так и в ангобное покрытие — будущий «черный лак». Восстановитель-

ная газовая среда сохранялась путем непрерывной подачи в печь топлива, при достижении температуры 800—850°C флюсный ангоб расплавлялся, поры с внедрившимся в них углеродом заплывались, и углерод оказывался загерметизированным и лишенным возможности реагировать с кислородом. При доведении температуры обжига до 900°C восстановительную среду переводили в нейтральную и затем в окислительную, т. е. давали меньше топлива, и заканчивали обжиг с избыточной подачей воздуха.

III.6—III.7. Чернолощенная грузинская керамика, обожженная при температуре 900—950°C в сочетании

с восстановительной газовой средой и сохранением восстановительной газовой среды до окончания обжига и остывания



В результате завершения обжига ($t=900-950^{\circ}\text{C}$) в окислительной газовой среде, те места, где был ангоб, оказывались покрытыми черным расплавом («античный черный лак»), а места, где был обнажен основной черепок, оказывались красными, так как закись железа, образовавшаяся в начале обжига из окиси железа, в результате восстановительной газовой среды снова перешла в окись железа при взаимодействии с окислительной газовой средой, и черепок получал красную окраску. Среди целого ряда технических достижений китайских керамистов, обусловивших

возможность получения фарфора, особо важным было решение задачи обжига в восстановительной газовой среде при высоких температурах.

Из приведенного выше обзора применения сочетания температурного режима и газовой среды обжига как технологического приема, обеспечивающего различные свойства керамических изделий, видно, что керамисты в различных странах независимо друг от друга и в разное время применяли сочетание газового режима, но температуру обжига не поднимали выше 900—950—980°C.

Китайским мастерам-керамистам удалось найти сочетание температурного и газового режимов, обеспечивающих получение фарфора с конечной температурой обжига 1350°C. Сочетание высокотемпературного режима обжига с заданным газовым режимом обеспечили при получении фарфора его прочность, бе-

лый с голубоватым оттенком цвет, прозрачность, водонепроницаемость, термостойкость и одновременно оказали весьма заметное влияние на формообразование изделий.

Сопоставляя форму изделий из пористой керамики, обжигаемой при температуре 900—950°C, с изделиями из китайского фарфора, обжигаемого при температуре 1350°C, обнаруживаем влияние на форму изделий степени спекания.

Полное спекание, вызывающее огневую усадку у фарфоровых изделий, превышающую почти вдвое огневую усадку пористых гончарных изделий, оказывало значительное влияние на формообразование фарфоровых изделий, вызывало немало трудностей, с которыми пришлось считаться китайским мастерам при изыскании форм фарфоровых изделий.

III.4 Влияние исходного сырья на формообразование керамики

Марко Поло — первый из европейцев, увидевший изготовление фарфора в Китае и впервые привезший в Европу фарфор в XIII в., писал, что его изготавливают из двух компонентов: камня «Петунзе» и белой глины. В настоящее время так же, как и в XIII в., основным сырьем для производства фарфора в Китае является фарфоровый камень и пластичная добавка — каолин.

Фарфоровый камень имеет несколько разновидностей. Из фарфорового камня нан-кан изготавливают фарфор, отличающийся большой белизной и просвечиваемостью, а из камня чи-мынь — дешевую массовую продукцию. Для изделий, покрываемых цветными глазурами, применяют камень «санпофан», ко-

III.1 Фарфоровый камень Китая

Название фарфорового камня	Химический состав, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП	Сумма
Нан-кан	75,06	16,01	0,05	0,41	0,28	0,60	1,97	3,30	2,22	99,90
Чи-мынь	75,33	16,22	0,08	2,82	0,01	0,25	4,67	0,27	2,36	100,98
Оловецкий камень (СССР)	76,12	11,88	0,54	2,78	0,64	1,40	5,00		2,90	100,36

Примечание. Состав приведен по данным П. П. Будникова и В. П. Борзаковского.

III.2. Китайские каолины

Название китайского каолина	Химический состав, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП	Сумма
Синцзы	50,00	36,23	0,12	0,71	0,52	0,15	1,15		11,29	100,17
Минса	51,02	34,87	0,08	0,60	Следы	0,17	1,24	3,23	9,26	100,47

торый по содержанию красящих окислов занимает промежуточное положение между фарфоровым камнем нан-кан и фарфоровым камнем чи-мынь. В табл. III. 1 приводится химический состав обеих разновидностей фарфорового камня из месторождения фарфоро-промышленного района Цзиндэчжэня, являющегося на протяжении многих столетий центром фарфоровой промышленности и в настоящее время изготовляющего половину всего фарфора страны. На карьере разработка нан-кан ведется открытым способом, на дне его, на глубине около 60 м, заложены штольни. Доставляемый на поверхность камень сортируют вручную и тачками подвозят для помола. Помол производится в толчеях простейшей конструкции. Размолотый камень из ступ вымывается водой, водная суспензия, содержащая мелкие фракции, сливается в отстойник. Для ускорения осаждения добавляется 2,5 кг молотого гипса на 1 т фарфорового камня. Мелкий осадок подсушивается и отправляется на фарфоровые предприятия. На заводах для приготовления массы фарфоровый камень смешивают в воде с каолином (табл. III. 2). Ниже приводятся два рецепта фарфоровой массы, применяемых в настоящее время на ряде заводов в Цзиндэчжэне:

Фарфоровый камень чи-мынь . . .	35%
Фарфоровый камень нан-кан . . .	35%
Каолин синцзы	30%
	100%

Фарфоровая масса для особо белого фарфора

Фарфоровый камень нан-кан . . .	60%
Фарфоровый камень чи-мынь . . .	40%
Каолин минса	30%
	100%

Огнеупорность каолина минса-ПК 165 (1650°C). Огнеупорность фарфорового камня нан-кан-ПК 158 (1580°C).

Из жидкой массы влага удаляется испарением на солнце; для этого жидкую массу заливают в пористые керамические сосуды емкостью около 100 л. В Цзиндэчжэне средняя температура самого холодного месяца в году +8°, поэтому все производство фарфора размещается во дворах и под навесами, изделия сушат на солнце. Даже в настоящее время все изделия, имеющие форму вращения изготовляют вручную на простейшем гончарном станке.

Глазурь наносят в два приема на сухое изделие. Сначала глазурь наливают внутрь изделия и выливают. После просушки изделия глазурь наносят на наружную поверхность простым пульверизатором.

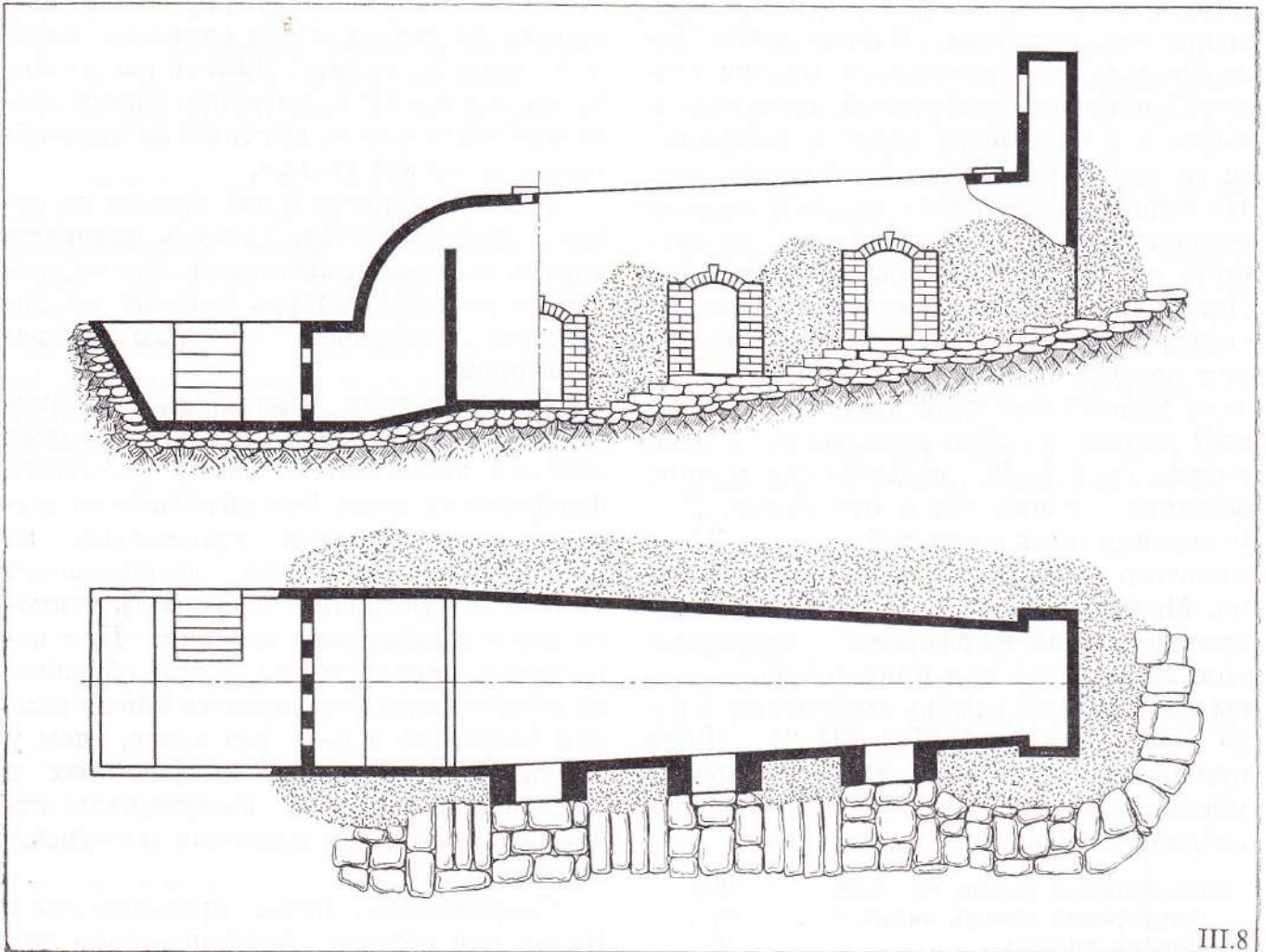
Механическая прочность необожженных китайских сухих фарфоровых изделий значительно выше обычных фарфоровых масс. Это объясняется высокой механической прочностью за счет тонкоразмолотого фарфорового камня, что позволяет формовать тонкостенные фарфоровые изделия. При испытании прочности на излом образцов из отмученного фарфорового камня нан-кан оказалось в 6—7 раз выше, чем у каолиновых образцов, высушенных в одинаковых условиях. Высушенные изделия в шамотных капсулах поступают на обжиг.

Современные печи, применяемые в Китае для обжига фарфора, мало чем отличаются (за исключением размеров) от печей, применявшихся китайскими гончарами в XV—XVII вв. (см. рис. III. 8—III. 10).

Современная печь имеет так же, как и старинные печи, вытянутую форму, сужающуюся к дымовой трубе.

Специальной топки печь не имеет, а после загрузки капсулами свободный участок печного пространства у загрузочного проема используют в качестве топки. Перед тем как закрывать загрузочное отверстие, в топочном простран-

III.8. Чертеж большой китайской печи для обжига фарфора



III.8

стве укладывают шамотные плиты для колосников, а по фронту печи оставляют два отверстия: верхнее для загрузки дров, а нижнее — в качестве поддувала для поступления воздуха и удаления золы.

В первую половину печи ближе к загрузочному отверстию ставят колонны капсулей с фарфоровыми изделиями, покрытыми белой глазурью, на температуру обжига $1300\text{--}1350^{\circ}\text{C}$, в каждой колонне находятся от 30 до 40 капсулей.

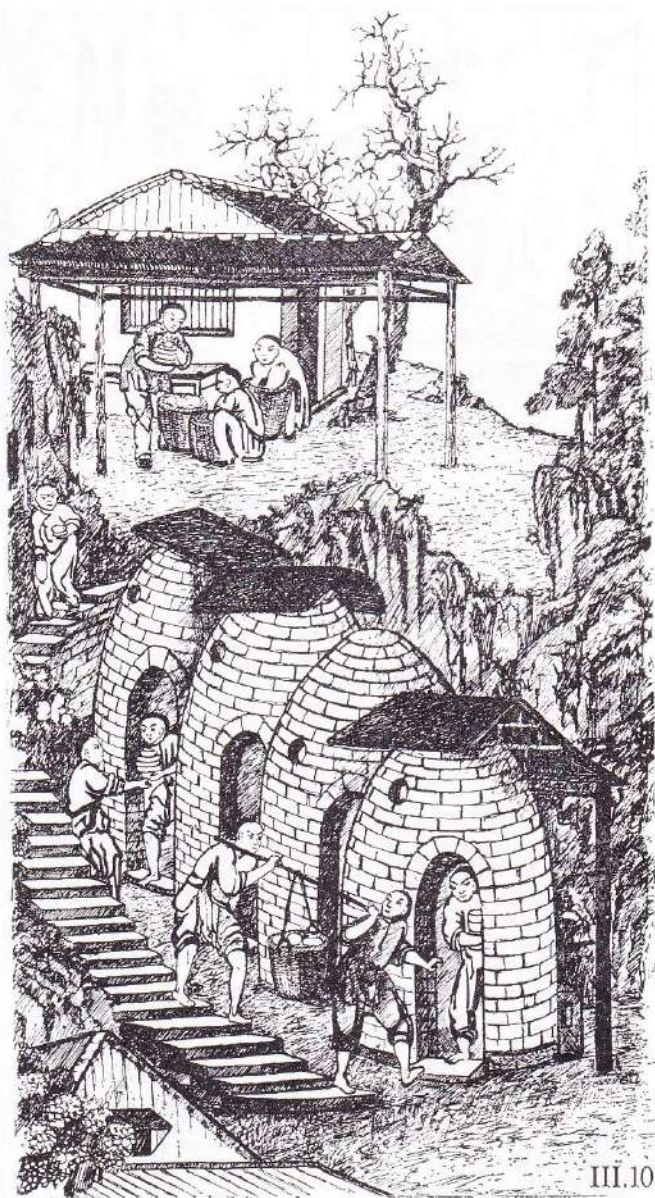
Во второй зоне, немного меньшей, обжигают цветные глазури на $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$, ближе к трубе обжигают капсули до 800°C . Обжиг ведут сухими мелконаколотыми дровами хвойных пород. Обжиг длится около 30 ч. После обжига в печь подают воду — пары воды повышают блеск и белизну фарфора, участвуя в создании восстановительной газовой среды. В настоящее время в Цзиндэчжене имеется около 70 таких печей; в месяц печь загружают 5—6 раз.

III.9. Обжиг фарфора
в большой печи



Изделия, покрываемые цветными глазуриями и надглазурной живописью, обжигают в специальных небольших муфельных цилиндрических вертикальных печах без трубы. Печь с двойными стенками имеет в высоту немногим более 2,5 м. Между внутренней и наружной стенками загружается древесный уголь, а через имеющиеся внизу отверстия засасывается воздух. Обжиг производится при температуре около 800°C в течение 6 ч. Судя по китайским рисункам XVII в., подобные печи в период расцвета фарфорового производства (1368—1644) имели и большие размеры — до 2,5 м в высоту. Декорирование китайского фарфора с древнейших времен и в период особого расцвета производства фарфора во времена правления династии Мин (1368—1644) отличалось чрезвычайным разнообразием. В самый ранний период преобладали подглазурные росписи (выполняемые природными материалами, преимущественно рудами кобальта и марганца) и декорирование цветными глазуриями.

Надглазурная живопись легкоплавкими эмалями и легкоплавкими глазуриями уже готовых изделий, а также нанесение на готовые изделия цветных сплошных покрытий началось только в XV в. Художники периода расцвета китайского фарфора достигли изумительных, позднее никогда не превзойденных, декоративных эффектов применением всего двух-трех красок. Для китайского фарфора была характерна роспись с преобладанием определенных цветовых тонов, получивших в истории искусств условные названия: «зеленое семейство», «розовое семейство», «черное семейство».



Китайские мастера всегда пользовались в качестве красок (особенно подглазурных) природными материалами. И в настоящее время при составлении шихты цветной глазури и даже приготовлении надглазурной краски приме-

няют различные породы руд металлов сложного состава.

Трудность воспроизведения многих китайских глазурей связана в первую очередь с применением особого сырья, имеющегося, по-видимому, только в Китае.

Для декорирования фарфоровых изделий применяют ряд цветных глазурей, составы которых приведены в табл. III.3. На заводах Цзиндэчжэня в качестве основной составной части глазури применяют так называемый *глазурный камень*, представляющий собой горную породу типа платноклазов, содержащую основные компоненты, входящие в фарфоровую глазурь. Состав часто употребляемого глазурного камня ю-гоу приведен в табл. III.4.

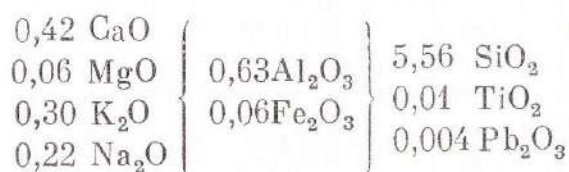
Для получения белой глазури употребляют, кроме того, глазурную золу, представляющую собой известняк, обожженный вместе с золой папоротника (табл. III.4). В шихту бесцветных глазурей иногда вносится также доломит.

Приводим несколько составов цветных глазурей по данным Института керамики в Цзиндэчжэне.

В шихту этой глазури входит, %

Глазурный камень лунцюань . . .	89,8
Маложелезистая латеритовая порода	4,8
Глазурная зола	5,4
	100%

Глазурь имеет следующий молекулярный состав:



Обжиг глазурованного изделия проводят при 1250—1280°C в восстановительной газовой среде. Толщина глазурного покрытия до обжига должна быть 2,5 мм.

В этой глазури, как и в глазури «цвета зеленых бобов» и голубой глазури юинг-чинг, цвет обусловлен присутствием окислов железа. Следует напомнить, что китайские мастера уже в давние времена при помощи только двух окис-

III.4. Китайские цветные глазури

Название	Химический состав, %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	ППП	Сумма
Глазурный камень ю-гоу	69,84	19,01	0,84	—	0,7	0,28	2,59	5,39	—	1,91	100,56
Глазурная зола	6,35	2,34	0,58	—	49,84	1,36	0,20	0,14	—	38,09	99,9
Глазурный камень Лунцюань	69,56	12,88	1,68	0,13	2,14	0,40	4,42	4,03	0,31	4,96	100,51
Литерит месторождения Цзиндэчжэня	62,49	20,25	6,67	0,98	0,71		2,51	0,20	—	6,43	100,23

Примечание. Глазурная зола представляет собой известняк, обожженный с золой папоротника.

III. 3. Китайские цветные глазури

Название глазури	Химический состав, %												Сумма	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	PbO	CuO	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O		ППП
Небесно-голубая тэнчин	63,73	16,92	0,56	Следы	Следы	—	—	5,09	0,17	0,34	3,02	3,00	7,43	100,36
Бирюзовая фацуа	29,66	1,26	0,32	Следы	—	3,62	2,00	0,66	Следы	Следы	0,99	24,86	36,41	99,78
Красная тихон	58,52	11,23	0,53	Следы	Следы	8,00	0,20	7,56	1,06	—	4,62	1,65	6,86	100,23
Черная уцзень	54,62	11,59	5,77	0,21	0,27	—	—	11,60	1,33	—	0,69	2,92	11,06	100,06
Мейженцуй	14,03	1,27	0,41	Следы	0,09	—	19,35	35,28	1,12	0,23	1,77	0,40	26,20	100,15
Красная подглазурная юлихон	24,91	1,76	0,27	Следы	Следы	—	10,70	33,12	1,15	0,23	2,27	0,72	25,01	100,15

Примечание. Анализы выполнены в физико-химической лаборатории Ленинградского государственного научно-исследовательского керамического института аналитиком А. С. Запорожеч.

лов — железа и меди, используя окислительную, восстановительную газовую среду, при обжиге фарфора умели получать целую гамму цветов. Присутствие закиси железа обуславливает окраску глазури от бледно-зеленого через голубовато-зеленые оттенки до интенсивного зеленого цвета в соответствии с количеством закиси железа и в зависимости от состава глазури. Железо в окисном состоянии позволяло китайским мастерам получать цвета от бледно-желтого через коричневые и красно-коричневые оттенки до почти черного. При избыточном количестве окиси железа в глазури она выделялась при обжиге и охлаждении в виде мелких кристаллов.

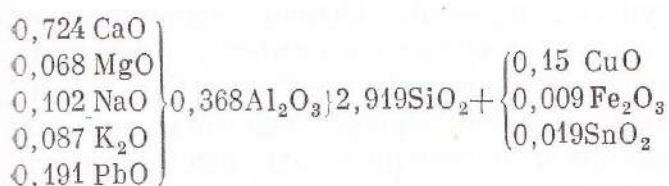
В существующих описаниях китайских керамических глазурей указывается, что китайские мастера получали с окисью меди глазури от голубого до зеленого цвета; зеленый цвет преобладал в кислых глазурях, голубой — в основных.

Трудность получения бирюзовой глазури с помощью окиси меди связана с ее склонностью переходить в зеленый цвет. В присутствии окиси алюминия, большого количества окиси свинца и других веществ окись меди дает травянисто-зеленый цвет.

Л. П. Будников и В. П. Барзаковский приводят рецепт красной глазури чинн, известной под названием «бычья кровь», %:

Глазурный камень яоли-ю-роу	73,85
Глазурная зола	17,4
Медная зола (медная окалина, окись меди)	0,41
Кальцит	2,35
Доломит	2,35
Свинцовая руда с содержанием PbO 59,52%	1,23
Перламутр	0,82
Красный коралл	0,41
Кварцит	0,41
Оловянно-свинцовая пихта, содержащая PbO—48%; SnO ₂ —8%; SiO ₂ —44%	1,64

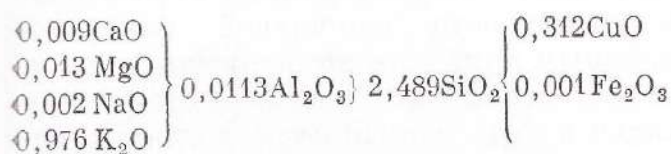
Молекулярный состав этой глазури следующий:



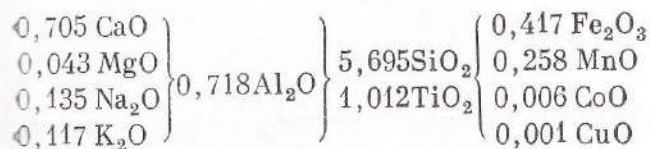
Зеленая глазурь «цвета павлина» имеет следующий состав шихты, %:

Кварцит	40,1
Медная зола	6,6
Калиевая селитра	53,3

Молекулярный состав глазури «цвет павлина»



Черная глазурь уззень, применяемая с начала XVIII в., имеет следующий молекулярный состав:



Введение в состав фарфоровой массы до 60—70% твердой горной породы фарфорового камня поставило китайских мастеров-керамистов перед необходимостью решения технологической задачи измельчения и тонкого помола фарфорового камня.

Несмотря на то, что обработка этой твердой горной породы производилась с помощью примитивной «толчей» (в ступе), приводимой в действие водяной мельницей, а, вероятно, в ранний период просто в ручной ступе, китайские мастера блестяще решили и задачу тонкого измельчения фарфорового камня.

Как уже упоминалось, технология обработки фарфорового камня (дробление, отмучивание и последующее растирание вручную между двумя камнями) обеспечивает повышенную прочность сырца изделия после сушки (в 6—7 раз по сравнению с каолиновым образцом), что позволяет выполнять на гончарном круге весьма тонкостенные изделия.

Введение в состав фарфоровой массы большого количества фарфорового камня обеспечивало повышенную белизну и просвечиваемость черепка готовых изделий, но одновременно большое количество непластичной составляющей фарфоровой массы создавало большие трудности при формировании изделий, особенно тонкостенных.

Необходимо было найти способ повышения пластичности фарфоровой массы, который позволил бы, не снижая количества непластической составляющей (фарфорового камня), довести пластичность массы до необходимой ее формуемости. Таким способом оказалось длительное выдерживание приготовленной фарфоровой массы в ямах.

Китайские мастера установили, что длительное выдерживание фарфоровой массы во влажном состоянии (в состоянии рабочей консистенции) значительно повышает пластичность массы.

В специальной литературе разными авторами приводятся различные сроки вылеживания фарфоровых масс. Называются цифры: 25, 50, 75 и 100 лет. Более достоверной является 25 лет, т. е. срок смены одного поколения мастеров-керамиков, когда дед вместе со своим внуком готовили и закладывали на длительное вылеживание фарфоровую массу, причем внук мог расходовать эту массу только после того, когда он уже со своим учеником-внуком приготовил и заложил массу для последующего поколения. На повторение этого цикла требуется около 25 лет. Такая система обеспечивала преемственность технологиче-

ских приемов из поколения в поколение, иногда эти приемы были засекречены и секрет был наследственным достоянием одного рода (например, ярко-красная подглазурная эмаль высоко-го обжига, носившая в Китае название чини и известная в Европе XVIII в. под названием «бычья кровь»; секрет приготовления и обжига утрачен).

Как уже упоминалось, древнекитайский фарфор изготовлялся из двух компонентов: фарфорового камня и каолина.

Фарфоровый камень применялся нескольких разновидностей:

камень чи-мынь, содержащий в большом количестве красящий окисел Fe_2O_3 до 2,5%, употреблялся для изготовления повседневной дешевой массовой посуды;

камень санпофан, употреблявшийся для производства непросвечивающихся толстостенных изделий, покрываемых цветными глазуриями;

камень нан-кан употреблялся для изготовления особо белых с просвечивающимся черепком дорогостоящих изделий.

Каолин применялся также нескольких сортов. В табл. III, 2 приводятся составы двух каолинов: синцзы и минса.

Фарфоровый камень очень тонко измельчался в толчеях и затем отмучивался и смешивался с разведенным в воде каолином (каолин тонкодисперсный материал и помола не требует). Жидкая масса заливалась в пористые керамические сосуды, через поры влага просачивалась, и в сосудах оставалась густая масса. Затем влага удалялась испарением на солнце. Механическая прочность сухих фарфоровых изделий в 6—7 раз выше европейских, высушенных в одинаковых условиях. Это объясняется тонким помолом и природной особенностью фарфорового камня. Кроме высокой прочности сырца, позволяющей формировать тонкостенные изделия на гончар-

ном круге, фарфоровый камень придает сырцу особые свойства в отношении сушки изделий. Сырец выдерживает сушку без трещин в самых неблагоприятных условиях. Только что отформованные изделия сразу выставлялись на солнце и, несмотря на это, высыхали без трещин.

Особая прочность сырца и нечувствительность к скоростной сушке позволили китайским мастерам выполнять двустенные сосуды с прорезным орнаментом на внешней стенке. Если попытаться выполнить подобный прорезной сосуд из современной европейской фарфоровой массы, то при сушке даже в очень благоприятных условиях, т. е. с не резким регулированием относительной влажности сушильной камеры и плавным подъемом температуры сушки, сосуд неизбежно растрескается и при садке в печь рассыплется, тогда как изделия из китайской массы после формования выставлялись на солнце, высыхали без трещин и оставались достаточно прочными для садки их в печь.

III.5

Влияние высокой температуры обжига на формобразование фарфора и предшествующего ему предфарфора, обжигаемого до полного спекания в восстановительной газовой среде

Высокая температура обжига, обеспечивая полное спекание черепка, приводит изделие к полной огневой усадке. При этом завершается огневая усадка, которая вместе с воздушной усадкой для фарфора составит 17%, т. е. величина изделия после обжига будет почти на одну шестую меньше отформованного изделия. При повышении температуры обжига идет нарастание в керамической основе изделия количества жидкой фазы.

III.11. Ваза из фарфоровидного материала с гравированным растительным орнаментом под голубовато-белой глазурью. Материал — каменная масса (предфарфор) (IX—XIII вв.). Лондон



Сочетание восстановительного газового режима с высокотемпературным режимом обжига значительно увеличивает количество образующейся жидкой фазы за счет перехода окиси железа в закись, которая при взаимодействии с рядом компонентов, входящих в состав фарфоровой шихты, образует легкоплавкие эвтектики, растворяющие кристаллические частицы. Однако несмотря на

нарастание жидкой фазы, кристаллическая фаза керамической основы изделия удерживает его от растекания. Керамическая основа изделия в конце обжига при самой высокой температуре обжига завершает огневую усадку, сохраняя конфигурацию, приданную изделию при формовании. Но несмотря на то, что пространственный каркас изделия, уменьшаясь (на размер огневой усадки), все же удерживает конфигурацию изделия, риск деформации при перегреве изделий всегда очень велик. Поэтому древнекитайские мастера при изготовлении керамических изделий, предназначенных для обжига при высоких температурах в сочетании с восстановительной газовой средой, всегда предпочитали (во избежание брака от деформации) простые компактные формы без приставных деталей с большим выносом.

Нижнюю часть изделия они делали всегда более массивной, чем верхнюю, не воспринимающую нагрузку от собственного веса. В дальнейшем это правило формообразования было перенесено на фарфор (рис. III. 11).

III.6

Композиция и формообразование в зависимости от специфических свойств фарфора как материала

На рис. III. 12, III. 13 изображены две скульптуры на одну и ту же тему Гуань Инь — обаятельный женский образ, олицетворяющий милосердие. Композиции выполнены в обоих случаях с большим мастерством и очень убедительно с эмоциональной точки зрения. Если же рассматривать эти скульптуры

III.12. Богиня милосердия Гуань-Инь.
Дерево. Государственный музей
Восточных культур



III.13. Богиня милосердия Гуань-Инь.
Фарфор. (XVII—XVIII вв.). Эрмитаж



(как первую, так и вторую) с точки зрения требований материала и формообразования, то необходимо отметить, что разные скульпторы, блестяще выполнив художественно-образную часть задачи, не менее квалифицированно решили и задачи подчинения материала композиционному решению своих произведений. В первом случае скульптор использовал специфические свойства дерева для усиления образной стороны своего произве-

дения. Скульптор вырезал свое произведение из целого куска дерева мастерски, воспользовавшись его структурой, выявив наиболее выгодным образом и возможную текстуру древесины. Композиция приняла вертикальное построение, подчиненное материалу. Во втором случае композиция приняла другую форму выражения не только потому, что оба скульптора работали с материалом, находящимся в состоянии пластического

III.14. Сосуд для воды.
Начало подглазурной живописи.
Эрмитаж

теста. Это также наложило свой отпечаток, что особенно заметно на трактовке складок одежды и украшений, которые накладывались на вылепленную фигуру, а не резались из целого куска материи. Но главным образом на формообразование обеих скульптур повлияло стремление мастеров избежать деформации своих произведений во время обжига при высоких температурах, когда фарфор в огне размягчается и «плывет».

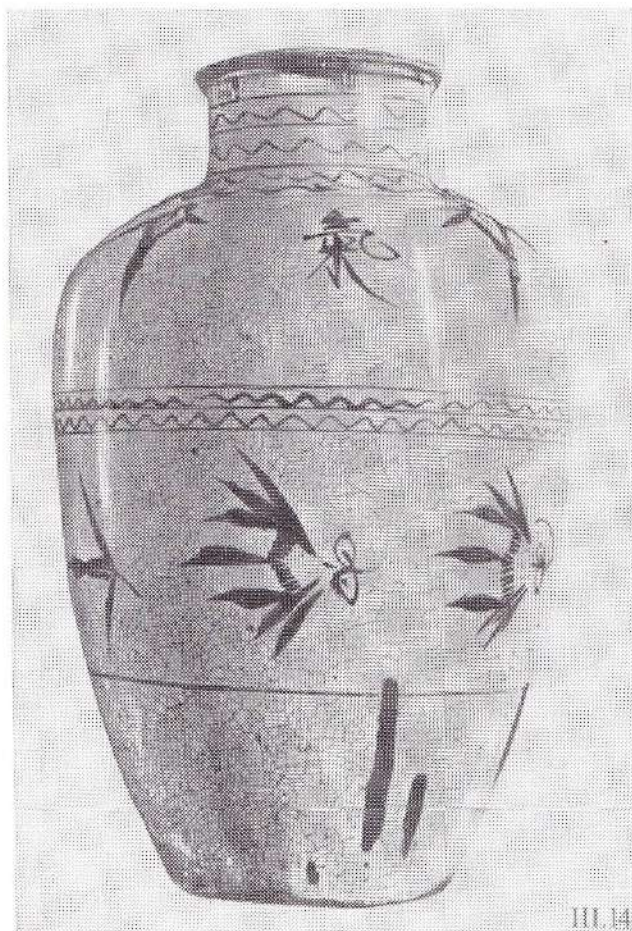
На рис. III. 13 очень хорошо видно, что фарфоровая масса, доводимая в огне до полного спекания и размягчения, получая известную подвижность (сокращение объема скульптуры на 17% за счет огневой усадки), все же благодаря мастерству скульпторов не дала заметных деформаций. Скульптура сохранила в огне выразительность, к которой стремились мастера при композиции скульптур с учетом особенностей фарфора как материала.

III.7

Формообразование и роспись фарфора

В задачу данной книги не входит рассмотрение живописи по фарфору. Здесь речь идет только о формообразовании фарфоровых изделий Китая с точки зрения керамической основы материала.

Живопись по фарфору представляет собой настолько обширный материал, что охватить хотя бы малую часть его в данной книге не представляется возможным. Необходимо, однако, отметить, что живопись и форма изделия в китайском фарфоре (в период классического фар-



фора, т. е. до XVIII в. н. э.) всегда находились в тесной взаимосвязи.

Наглядным примером лаконичной живописи, подчеркивающей простоту и ясность пропорций формы, может служить сосуд для воды, украшенный иероглифами и изображениями цветов лотоса (рис. III. 14). Материал — светлая каменная масса предфарфор. Роспись — подглазурная коричневой краской, видимо, изготовленной из марганцевой руды.

III.15. Ваза в виде полураспустившегося бутона лотоса (XVII—XVIII вв.). Эрмитаж



На сосуде очень удачно скомпонована роспись, подчеркивающая простоту и ясность формы. Поскольку сосуд для воды довольно большой (стоял на земле и из него брали воду ковшом), то иероглифы (надпись с добрыми пожеланиями) всегда удобно читались человеком, черпающим воду. В композиции это было главным, а когда зритель находился

III.16. Ваза восьмигранной формы. «Розовое семейство». (XVIII в.). Эрмитаж



на некотором расстоянии от сосуда, то хорошо читался орнаментальный пояс из цветов лотоса и волнистых отводов, изображающих воду.

Очень лаконичная роспись, оставляя свободной большую часть поверхности сосуда, подчеркивает его форму. Кроме того, зрителю предоставляется возможность видеть красоту очень дорогого материала, из которого сделан сосуд.

На рис. III.15 изображен другой сосуд уже значительно более позднего

III.17. Ваза с росписью эмалями.
«Розовое семейство». Эрмитаж



III.18. Ваза. Роспись в стиле
«Зеленое семейство» (XVII—XVIII вв.).
Эрмитаж



времени. Форма и живопись здесь выступают в едином композиционном строе. На форме сосуда для живописи специально сделаны сужающиеся кверху, напоминающие лепестки лотоса, поверхности (вернее, не только поверхности, а стенки сосуда в целом, образующие туловище вазы). На горловине вазы сделаны ручки в форме «грибов долголетия». Не менее тесно связаны форма и живопись и на вазе, показанной на рис. III. 16. Ваза расписана разноцветными эмалями в стиле «розовое семейство». Этот тип росписи появился с введением розовых золотосодержащих эмалей.

На вазе (рис. III. 17) художник изображает растения и летящих птиц. Обращает внимание бережное отношение живописца к материалу, из которого выполнена ваза. Живописец оставляет большую часть поверхности вазы незаписанной, чтобы показать белизну самого материала, из которого сделана ваза, — драгоценного фарфора.

Мы видим, что такой прием (оставление большей поверхности белого фарфора в качестве фона живописи) вполне оправдан и с точки зрения художественной композиции, так как не расписанная верхняя часть вазы создает впечатление свободного пространства для полета птиц.

Форма верхней части вазы усиливает впечатление пространства, свободного для полета, за счет смягчения переходов от тулова к плечикам и от плеч к горловине. Таким образом форма вазы усиливает впечатление от живописи за счет композиции объемной формы.

Другой пример подчинения и изменения формы объемной композиции вазы в зависимости от содержания живописной композиции представлен на рис. III. 18. На вазе изображено действие на театральной сцене: актер, играющий роль военачальника. По прави-

лам китайского театра того времени военачальник условно изображался с флажками, прикрепленными к плечам актера. Большое количество флажков, видимо, символизировало большое число воинских подразделений, которыми командовал военачальник. Художнику необходимо было показать, что действие происходит в закрытом пространстве на театральной сцене. Для этого он изображает условно закрытое пространство, отделяя горловину вазы контрастной живописной плоскостью, изображая как бы потолок сцены. Эта плоскость поддерживается отводкой на горловине и на грани перехода плеч к тулову вазы и рядом ритмических линий, видимых с левой стороны вазы. Подчиняясь живописному ритму, мастер выполнил форму в соответствии с содержанием живописной композиции. Если в первом случае художник, желая показать свободное пространство, необходимое для полета птиц, смягчает очертания верхней части вазы, то во втором случае верхняя часть вазы делается нарочито угловатой.

Так же как и в первом примере, живописец большую часть вазы оставляет незаписанной, чтобы показать белизну фарфора.

На рис. III. 19 показана ваза, декорированная почти сплошь черной росписью и покрытая светло-зеленой глазурью с цеком.

Для того чтобы скрыть непривлекательный цвет черепка, ваза записана плотной черной подглазурной живописью, покрыта прозрачной светло-зеленой (бирюзовой) глазурью и декорирована мелким цеком.

Совершенно очевидно, что это сделано для того, чтобы серый цвет фарфора, расписанный плотной черной живописью, по контрасту воспринимался как более белый.

Светло-зеленая глазурь и цек скрывали серый цвет черепка, а чтобы поку-

III.19. Ваза, покрытая черной росписью под бирюзовой глазурью. Эрмитаж



III.19

патель не мог заглянуть внутрь вазы, верхняя часть вазы сделана предельно закрытой, а небольшая горловина изнутри сплошь покрыта черной краской. Таким образом здесь наблюдаем пример изменения формы вазы в зависимости от невысокого качества черепка.

III.8

Мастерство резьбы по фарфору (техника «рисового зерна»)

Развитию производства художественного фарфора сопутствовало развитие других художественных ремесел Китая.

В предыдущем разделе упоминалось об умении китайских мастеров-фарфоровиков использовать фон фарфора.

Если фарфор был высокого качества в отношении белизны и просвечиваемости, то композиция росписи строилась всегда так, чтобы был виден сам материал, т. е. живопись всегда подчеркивала и усиливала впечатление от самого материала. Этот композиционный прием бесспорно заимствован из живописи по шелку, где мы наблюдаем совершенно аналогичное отношение живописи к драгоценному материалу — шелку.

Заметное влияние на формообразование фарфоровых изделий оказало развитое мастерство художественной резьбы по камню, дереву, кости, красным лакам.

На рис. III. 20 представлена ваза, декорированная невысоким рельефом (гравировкой), выполненным по сырцу до обжига. Ваза покрыта голубовато-белой эмалью. Очень эффектный декоративный прием усиливается глубокими затеками глазури в прорезях, сочетающейся с тонким слоем глазури на выступающих частях рельефа. Этот способ декорирования низким рельефом, возникший еще в период становления фарфора, очень долго держался, особенно в фарфоровидной керамике типа «селадон».

III.20. Ваза фарфоровидного черепка с глазурью «Селадон». Эрмитаж

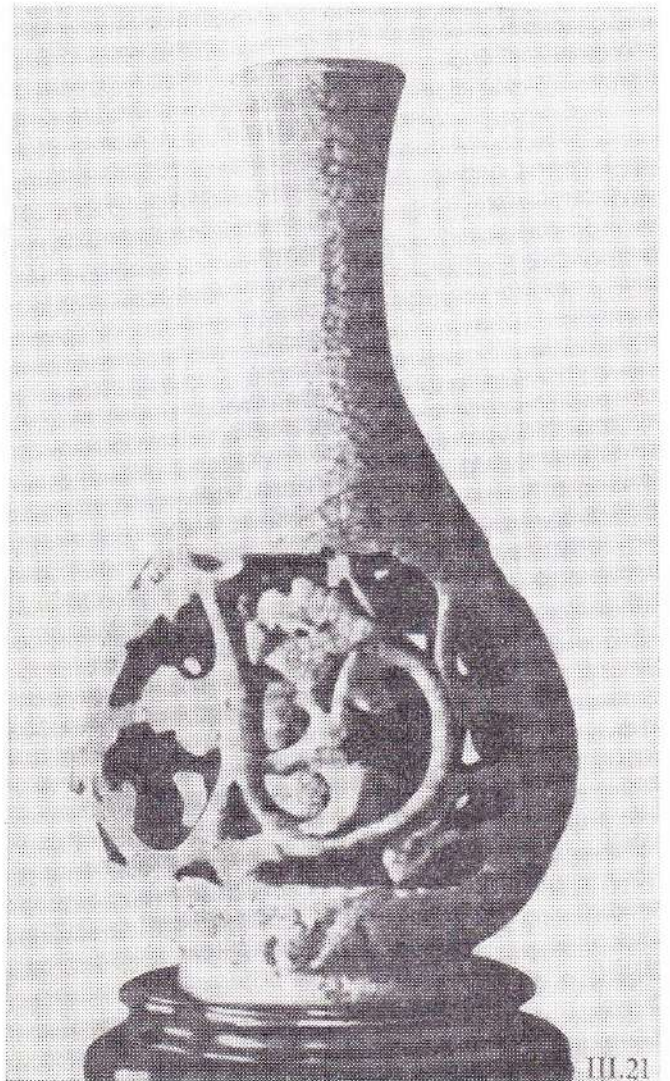


На рис. III. 21 показана двустенная ваза из фарфоровидного материала. Наружная стенка вазы имеет сквозной прорезной декоративный пояс, за которым имеется вторая стенка, так что в вазу можно наливать воду, ваза покрыта зеленовато-серой глазурью с цеком. В такой же технике выполнен чайник (рис. III. 23).

На рис. III.22 показана чашечка, выполненная в технике «рисового зерна», а на рис. III. 24 — курильница, выполненная в той же технике, но без глазурования.

Техника «рисового зерна» требовала очень большого мастерства от исполнителя столь тонкой резьбы. Выполнение чашки в технике «рисового зерна» заключалось в следующем. На гончарном круге вытачивалась как обычно чашка, затем заготовка слегка подвляли-

III.21. Ваза фарфоровидного черепка двустенная, по наружной стенке прорезной рельеф. Эрмитаж



валась, после чего резчик приступал к выполнению сквозной резьбы. Трудность технологической операции заключалась в том, что если чашка высыхала, сырец становился хрупким, и чашка могла рассыпаться в руках у резчика от неосторожного движения резца. Вторая трудность заключалась в том, что во время глазурования перегородки между проре-

III.22. Чашечка, выполненная в технике «Рисового зерна». Эрмитаж



III.22

зиями могли разомкнуться и разрушиться. Глазурь обычно наносилась разбрызгиванием из пульверизатора, сделанного из камышинок или бамбуковых трубок. В данном случае необходимо было глазурью заполнить прорези в стенке чашки (они делались в форме рисового зерна, откуда и название этой техники декорирования).

Специалисты-искусствоведы, работающие с фарфором, утверждают, что настоящие рисовые зерна вдавливаются в стенку чашки непосредственно при формовании ее на гончарном круге. Вдавленные рисовые зерна образуют характерный узор и остаются втиснутыми в стенку чашки во время сушки и в таком виде подаются в печь, где во время обжига зерна риса выгорают, оставляя пустоты, которые заполняются глазурью при глазуровании всей чашки. После чего чашку ставят на повторный, полнотой обжиг.

Другие специалисты придерживаются того мнения, что прорезные орнаменты чашек, декорированных в этой технике, выполнялись резчиком, глазурова-

III.23. Чайник двустенный с прорезной наружной стенкой. Государственный Исторический музей



III.23

лись в сыром виде и обжигались за один прием, не считая муфельного обжига на низких температурах, если чашка дополнительно расписывалась эмалями. Автор данной книги придерживается взгляда последних, исходя из следующих соображений: во-первых, если бы были втиснуты в еще мягкую, только что снятую с гончарного круга, чашку твердые зерна риса, то черепок чашки, уменьшаясь в объеме за счет воздушной усадки, неизбежно зажал бы зерна риса, причем напряжение в керамической основе изделия нарастало бы непрерывно по мере его высыхания. Из-за чего неизбежно образовались бы вокруг зерен риса сначала микротрещины, а затем, по мере высыхания и уменьшения фарфоровой массы, трещины все увеличивались бы; что неизбежно привело бы к концу сушки к растрескиванию и разрушению чашки.

Во-вторых, если внимательно рассмотреть форму заплавленных глазурью пустот, то можно заметить, что острые концы прорезей не соответствуют форме рисовых зерен, они более ост-

III.24. Курильница. Прорезь стенок выполнена в технике «Рисового зерна» (прорези не заполнены глазурью). Государственный Исторический музей



рые, что характерно скорее для резца. Доказательством второго мнения служат рис. III. 22—III. 24.

Гораздо более вероятным является предположение об искусной работе резчика. Ранее уже приводился пример сквозной резьбы в керамических изделиях более раннего времени по сравнению с появлением техники «рисового зерна».

В качестве факта, подтверждающего предположения о выполнении техники «рисового зерна» за счет мастерства резчика, может служить двустенная чашка с прорезной наружной стенкой.

Интересно отметить, что на чашке на доньшке написана (подглазурно) синяя поддельная марка императора Чен-Хуа (1465—1487).

III.9

Формообразование фарфоровых изделий в Китае в период XVIII—XX вв.

Если уже в первой половине XVIII в. можно заметить признаки упадка производства художественного фарфора в Китае, то во второй половине XVIII в. деградация производства фарфора идет все убыстряющимися темпами.

В XVII в. открытие муфельного обжига и надглазурной живописи цветными эмалями усложняли и одновременно обогащали живопись цветом. В это время композиции живописного декорирования фарфора не нарушали единства формы и живописи.

В росписях фарфора второй половины XVIII в. мы уже замечаем признаки явного упадка.

Ваза производит странное впечатление — красные ручки выполнены в виде фениксов, через ручки как бы продернута голубая лента. Узоры росписи подражают вышивке по цветному шелку. Ранее, если художники и переносили приемы живописи по шелку на фарфор, то творчески перерабатывали композицию применительно к фарфору, приводя в единое гармоническое целое живопись и форму изделия. Если раньше художники оставляли большое пространство на поверхности вазы, не записывая фона, так же как это делалось при росписи шелка, то теперь в приведенном примере видим принципиально другой подход к композиции росписи — пренебрежение ранее разработанными законами художественной композиции. Прежде всего поражает отсутствие масштабности. Ручки в виде фениксов немасштабны по отношению к лентам и

III.25. Ваза, выполненная в подражании бронзовым сосудам. Начало упадка китайского фарфора (вторая половина XVIII в.). Эрмитаж



III.26. Ваза фарфоровая с крышкой, увенчанной фигурой льва (конец XIX начало XX в.). Эрмитаж



вазе. Впечатление несоразмерности деталей усиливается яркими цветами деталей. Вся живопись в целом производит впечатление вышивки по цветному шелку и т. д. Необходимо отметить, что техника живописи и технология производ-

ства в период упадка искусства художественного фарфора остается на очень высоком уровне и ремесленная сторона дела продолжает оставаться достаточно квалифицированной. Интересно отметить, что в этот период (вторая полови-

на XVIII в.) художникам-мастерам стало ясно, что древнее искусство производства художественного фарфора находилось на более высоком уровне. Да и цены на старый фарфор в это время были выше настолько, что даже сами управляющие императорской мануфактурой понимали, что производство фарфора по своим художественным качествам находится на значительно более низком уровне, чем фарфор этой же императорской мануфактуры XV в. Выше уже приводилась в качестве примера резьбы по фарфору-сырцу чашка, выполненная на императорской мануфактуре в г. Цзиндэчжене. Чашка изготовлена в XVIII в. в период правления династии Цин, а марка на доннышке фальшивая, она якобы относится ко времени правления императора Чен-Хуа, т. е. 1465—1487 гг. Императорская мануфактура в г. Цзиндэчжене стремилась любыми средствами поправить видимо сильно пошатнувшиеся финансовые дела и пошла по пути прямой фальсификации. Хотя указанная подделка марки не была массовым явлением, а лишь эпизодом, но тем не менее этот факт являлся очень характерным в отношении оценки собственного мастерства ведущими художниками такого крупного фарфорового центра, каким был Цзиндэчжень.

В период упадка (конец XVIII в.), несмотря на то, что ремесленная сторона дела продолжала оставаться на очень высоком уровне, подлинное художественное мастерство исчезает. В этот период мастера-фарфористы решают, например, такие бессмысленные задачи: как сделать из фарфора бронзовый сосуд, который внешне невозможно было бы отличить от древней бронзы (рис. III. 25).

Эта фарфоровая ваза формой и цветом производит впечатление бронзовой, даже зеленоватая патина сделана мастерами сознательно.

Деградация художественного фарфо-

ра Китая продолжается в течение всего XIX в., и к началу XX в. практически как художественный фарфор прекращает свое существование. Хотя производство фарфора существует до сих пор, но его уже никто не относит к высокохудожественным произведениям искусства.

На рис. III. 26 приведен пример возрождения композиции художественного фарфора. Как видно, форма вазы остается традиционной. По черному фону изображены самые разнообразные предметы: европейские степные часы, вазы с цветами, корзины, овощи, стрекоза.

Горловина закрыта крышкой, на крышке золотой лев, внизу ножка украшена орнаментальным поясом. Композиция практически отсутствует.

III.10

Особенности формообразования фарфора в Японии

Первыми странами, которым удалось раскрыть секрет производства китайского фарфора и наладить у себя его производство, были соседствующие с Китаем Корея и Япония.

Начало производства японского фарфора связывают с именем корейского мастера Ли-Сан-Пина (в японской транскрипции Ри-Сампей), который был привезен в Японию в 1594 г. вместе с другими ремесленниками.

Японский фарфор стал известен в Европе позднее китайского. Это объясняется не только тем, что его производство было освоено значительно позже, чем в Китае, но и политикой изоляции, проводившейся феодальным режимом Токугава. Хотя начало организации производства фарфора в Японии относится к первой половине XVII в., но тем не менее до буржуазной революции Мэйдзи (1868) фарфор в Европу попадал в очень ограниченном количестве при посредничестве китайских и голландских купцов (лишь один порт Нага-

III.27. Блюдо типа «Старый Кутани»,
период Эдо. Фарфор



III.27

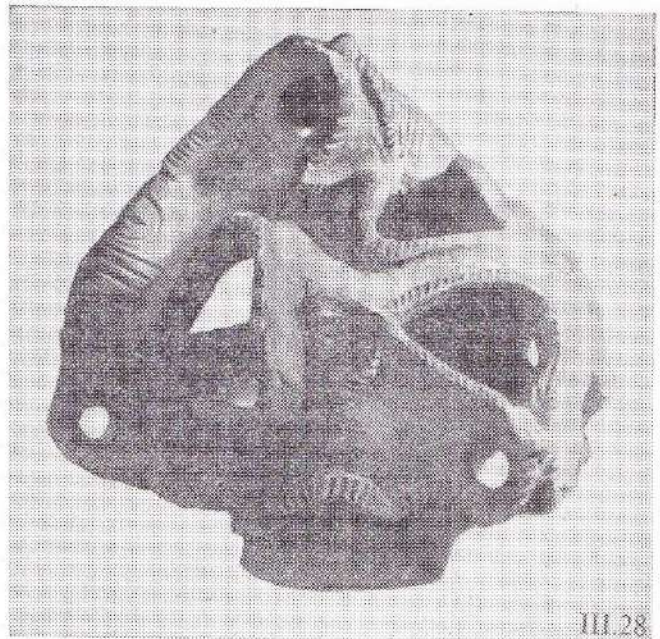
саки был открыт для торговли с китайскими и голландскими купцами).

Фарфор Кутани — один из самых старых в Японии. Он известен под названиями «Ко-Кутани» («старый кутани») в отличие от поздней продукции этих мастерских XIX в. Изделия Ко-Кутани (рис. III.27) производились в 1650—1695 гг. Для них характерен не очень белый тяжелый черепок с многоцветной надглазурной и подглазурной росписью. Аристократическому вкусу того времени наиболее полно отвечали изделия Набэсима, отличающиеся сложностью композиции и изысканным колористическим решением декора. В фарфоре «набэсима» полнее, чем в продукции других мастерских, получили выражение национальные эстетические идеалы.

Однако несмотря на ограниченное количество японского фарфора, привозимого в Европу, он оказал заметное влияние на развитие европейского фаянса и фарфора. Так, например, существующая в Японии до настоящего времени дина-

3*

III.28. Сосуд. Керамика типа
«дзёмон»



III.28

стия потомственных мастеров Какиэмон еще в XVII в. создала стиль «какиэмон», получивший свое название от цвета красной надглазурной росписи, напоминающей цвет зрелой сливы — каки.

Мастера школы Какиэмон в основном воспроизводили стиль росписи китайского фарфора периода Канси (1662—1722). Получив всеобщее признание в Европе, этот фарфор оказал заметное влияние на продукцию крупнейших фабрик в городах Дельфт, Мейссен и Ворчестер.

Японская керамика, начиная с глубокой древности и до наших дней, всегда отличалась ярко выраженной самобытностью форм. Такие качества японской керамики, как функциональность, конструктивность и ясно выраженную специфику самого материала, можно проследить на протяжении всей истории развития японской керамики.

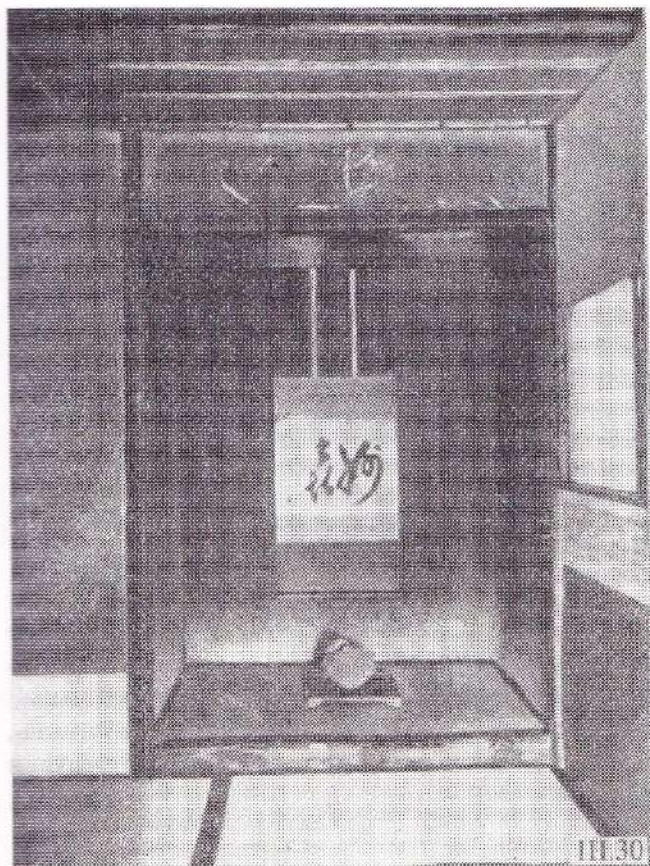
На рис. III.28 показан древнейший керамический сосуд типа «дземон», условно называемый «след веревки» или «веревка». К этому типу лепной керамики относятся очень разнообразные по форме изделия периода от I тысячелетия до н. э. до 3 в. до н. э. Само понятие керамика «дземон» довольно широкое. К ней относятся разнообразные по форме, декору, качеству глины изделия. Для керамики «дземон» характерны неглазурованные изделия, вылепленные от руки, обожженные при низкой температуре, однако не ниже 800°C. Предмет сделан конструктивно — все отверстия усилены утолщением отогнутого края. Вмятины на всех ребрах жесткости, напоминающие отпечаток веревки, делаются на ребрах всей лепной керамики неолита (не только в Японии). Это очень распространенный прием уплотнения ребер лепной керамики, применявшийся в начальный период сушки изделия, когда на выступающих деталях изделия начинают образовываться мелкие трещины вследствие воздушной усадки. Несмотря на ясно выраженную закономерность формообразования, функциональное назначение предмета пока не установлено. Но если предположить, что это сосуд для переноса горящих углей от одного очага к другому или фонарь, устанавливаемый на каменный столбик, или, что более вероятно, курильница, то этот предмет сделан не только очень конструктивно, но и одновременно функционально (рис. III.29). В японской керамике можно почти всегда проследить не только соответствие форм прямому функциональному назначению предмета, но и соответствие его формы функциональному процессу, в котором этот предмет будет уча-



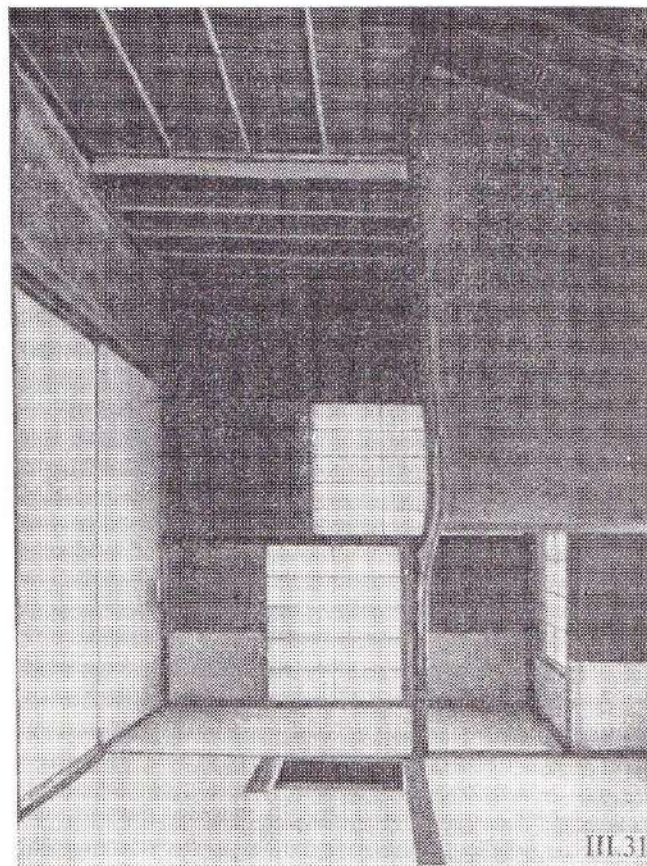
ствовать, а также соответствие формы изделия той предметной среде, частью которой оно должно стать в процессе его эксплуатации. Наиболее полно это явление нашло свое выражение в так называемой «чайной церемонии». Чтобы понять влияние чайной церемонии на формообразование целого ряда керамических, а позднее и фарфоровых изделий, характерных для японской художественной керамики, необходимо вкратце описать эту «чайную церемонию».

Кульм чая возник в Японии в начале XV в. Первоначально чаепитие нашло свое распространение в среде дзэн-

III.30. Таконома. В чайном доме Тай-ан в храме Миоки-ан в Киото (XVI в.)



III.31. Интерьер чайного дома Тэйгекукэн в монастыре Дайтокудзи в Киото (XVI в.)

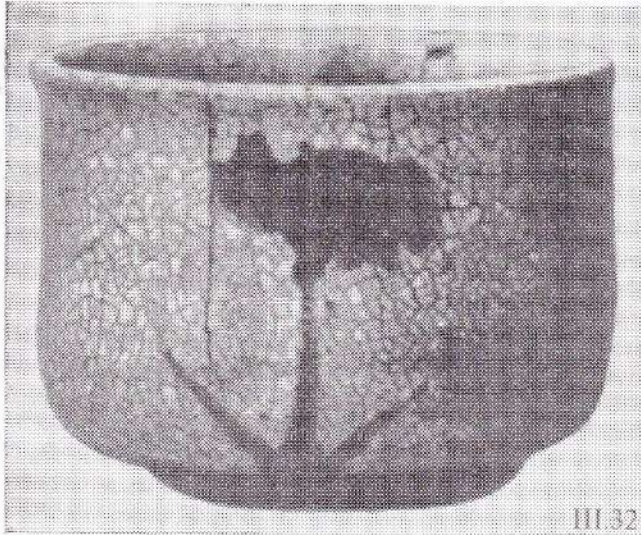


ских монахов, употреблявших чай как бодрящий напиток во время длительного созерцания. Из дзэнских монастырей чай стал распространяться среди аристократической и военной знати, а затем и среди городского населения. Живший в XV в. Мурата Дзюха (Сюко) для чайной церемонии создал похожий на деревенский специальный чайный дом размером всего в «четыре с половиной циньки» (приблизительно 3×3 м).

Над развитием интерьера чайного домика, чайного сада и предметов церемонии работали его последователи Такэно Дзео (1504—1555) и Сэн-но-Рикю

(1521—1591). Рикю окончательно отработал чайную церемонию. Еще более усилил впечатление простоты и отрешенности в интерьере чайного домика, уменьшил его размер, сделал входную дверь настолько низкой, что войти в домик можно было только сильно согнувшись (почти колёнопреклоненно). Этим Рикю хотел подчеркнуть равенство участников перед чайной церемонией и что все мирские переживания и суетные мысли должны быть оставлены за порогом чайного дома. Чайная церемония в законченном виде предусматривает строгое соблюдение ритуала, в котором сти-

III.32. Чашка для чайной церемонии с изображением ириса типа «Карацу», период Моно-Яма



III.33. Котелок для чайной церемонии типа «Асия», период Муромати. Железо



левое единство чайного сада, чайного дома и всех предметов чайной церемонии: чашки для чая, котелка для кипячения воды, чайницы — должны быть решены в едином стиле. Самой главной частью интерьера чайного дома является ниша (токонома), в которой во время чайной церемонии вешали свиток с надписью и ставили букет цветов, которые соответствовали теме философского собеседования во время церемонии (рис. III. 30—III. 33).

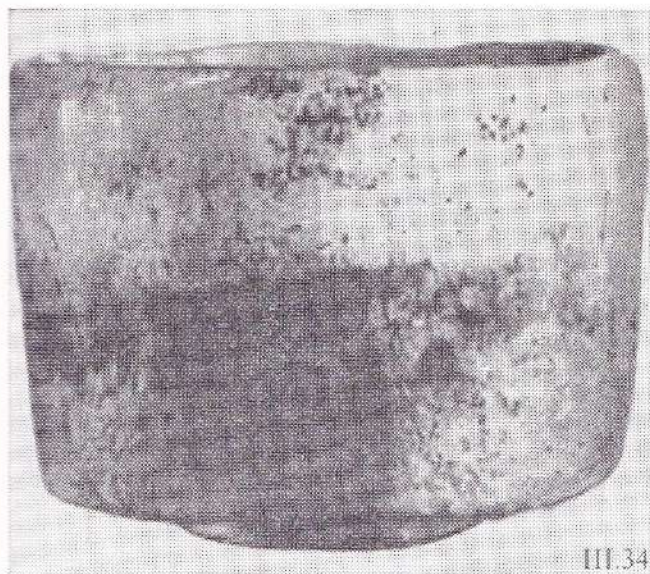
Ниша выделялась не только своим положением прямо против входа, но и специальными деталями: одна из стенок имела неправильную форму — круглое необработанное бревно, иногда даже с корой. Предметы для токонома-мейбуцу (избранные предметы) олицетворяли собой смысл чайной церемонии, т. е. всегда были поводом для философского собеседования.

Если, например, в нише (токонома) вешался свиток с изображением ириса и соответствующей надписью, в вазу

ставились цветы ириса, это означало, что темой философского собеседования, которое будет вестись во время чайной церемонии, будет мужество и доблесть, так как цветы ириса символизируют в Японии эти понятия. Чайная церемония заключалась в том, что философские собеседования сопровождалась приготовлением чая с последующим чаепитием. Хозяин приготавливал чай, наливал в специальную чашку и подавал главному гостю. Гость отпивал из чашки чай, обтирал край чашки, к которому он прикасался губами, и передавал другому. Так чашка обходила всех присутствующих (обычно от 3 до 5 человек). Чайная церемония была обставлена таким образом, чтобы каждый предмет не только воздействовал на участников церемонии сам по себе, но становился символом чего-то более значимого.

Философский смысл чайной церемонии, в которой каждый предмет не только выполнял свои определенные функции, но и воздействовал на участников

III.34. Аракова Тонобзо.
Чайная чашка для чайной
церемонии. Керамика.



церемонии как символ определенного философского понятия, оказал заметное влияние на развитие декоративного искусства Японии вообще и на «искусство огня», т. е. искусство керамики в частности.

Утверждение новых принципов красоты, таких, как естественная красота материала, соответствие каждого из предметов предметной среде, простота и ясность конструкции, ясность функционального содержания каждого из предметов ансамбля, ясность их функциональной взаимосвязи, строгое соответствие каждого из предметов функциональному процессу, в котором участвует этот предмет, наложило печать определенного своеобразия на японскую керамику.

Естественная красота самого материала, структурообразование керамики, во время обжига японскими художниками и знатоками керамики всегда высоко ценились. Такие явления, как вспучивание керамических изделий во время об-

жига, образование крупных оплавленных трещин (рис. III. 34, III. 35), застывание крупных капель стекающей глазури, вспучивание глазури во время обжига (способ Раку), сильные деформации изделий во время обжига (иногда неожиданные), японскими керамистами высоко ценились, так как они видели в этом символическое отражение тектонических явлений вулканических островов, на которых они живут.

Сочетание естественных закономерностей формообразования керамики со строгой функциональностью керамических изделий является характерной особенностью японской художественной керамики.

Первая половина XVII в. характеризуется как переломный период для японской керамики (рис. III. 36). Во-первых, этот период ознаменован началом освоения производства фарфора и, во-вторых, освоение фарфора положило начало применению надглазурных фарфоровых красок в качестве легкоплавких эмалей на традиционных видах японской керамики. В XVII—XVIII вв. в такой новой для Японии отрасли прикладного искусства, как производство фарфора, можно проследить влияние двух социальных групп заказчиков: господствующей феодальной верхушки и их многочисленных приближенных. В качестве примера могут служить мастерские, находящиеся под покровительством феодальных классов: мастерские Кутани в провинции Кага и мастерские Набэсима в г. Арита.

Мастерские Набэсима, основанные в 1722 г., просуществовали около ста лет, и их продукция предназначалась исключительно для дома Набэсима и других высших феодальных семейств Японии,

III.35. Сосуд керамический
типа «Ига» (XVI в.)



III.36. Блюдо керамическое типа
«Ака-Сино», период Моно-Яма



а также для Сегунов Токугава. Мастерские никогда не были экономически рентабельным производством и выпускали очень дорогой фарфор только самого высокого качества.

Одновременно с организацией мастерских по выпуску художественного фарфора для феодальной знати и правящей верхушки Японии возникает целый ряд более крупных предприятий по выпуску фарфора для удовлетворения спроса нарождающейся буржуазии и населения городов, начиная от богатых купцов до мелкого торговца и ремесленника, предъявляющих свои требования к дешевой продукции массового производства.

Примерами крупного предприятия, поставляющего свою продукцию населе-

нию растущих городов Японии, могут служить фарфоровые мастерские Арита расположенные на острове Кюсю в непосредственной близости от крупного месторождения белых глин. В настоящее время под фарфором Арита подразумевают несколько типов изделий.

Продукция мастерских Арита вывозилась через порт Имари, поэтому фарфор Имари включает в себя изделия Арита.

Одним из самых известных мастеров японского фарфора типа «арита» был Саканда Какиэмон (1596—1666). Он приехал в Арита около 1615 г. и длительное время работал над раскрытием секретов производства китайского фарфора эпохи Мин с красной надглазурной росписью. Его труды увенчались пол-

ным успехом, и он получил своеобразную разновидность художественного фарфора, называемую «какимон».

Для лучших произведений Какимона характерен тонкий белый черепок с надглазурным декором в красных, зеленых, синих и черных тонах. Иногда применялась подглазурная живопись кобальтом. При росписи фарфора «какимон» применяли три технических приема: сине-белая подглазурная роспись окисью кобальта; надглазурная роспись красной, синей, зеленой, черной, малиновой легкоплавкими эмалями (надглазурными красками); комбинация этих двух приемов. В последнем случае изделия подвергаются двойному обжигу. Сначала по просохшей форме наносят живопись окисью кобальта, покрывают глазурью и обжигают при высокой температуре, после чего по глазури пишут эмалями (надглазурными красками) и обжигают на низкой температуре. Фарфор «Имари» вывозился на внутренний рынок Японии и в Европу. Как уже упоминалось, фарфор Японии оказал решающее влияние на производство европейского фаянса и фарфора XVIII в. (Дельфт, Мейссен). Это была массовая продукция, рассчитанная на широкий спрос зарубежного потребителя и городского населения Японии.

История современного фарфора Японии начинается с 70-х годов XIX столетия, когда после буржуазной революции 1868 г. Япония покончила с политикой изоляции и вступила на путь капиталистической организации производства.

Японская фарфоровая промышленность при организации машинного производства, изменении технологии, позволивших организовать массовое производство фарфора, не только сохранила свои художественные традиции в современном индустриальном производстве фарфора, но и в значительной степени сохранила крестьянское искусство в старых центрах кустарного производства керамики.

В Японии сохранены многие значительные центры современного кустарного производства керамики, являющиеся не только хранителями богатейшей культурной традиции, но во многом влияющие на общую стилистическую направленность профессионального декоративного искусства вообще и на искусство фарфора в частности.

Современный фарфор этой фирмы сохраняет традиции японского фарфора, использует «каменные массы» в сочетании с фарфором и продолжает традиции сочетания фарфора с предметной средой, в которой этот фарфор используется.

IV

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА

Повсюду, где появлялся китайский фарфор, немедленно начинались попытки раскрытия секрета его изготовления, так как фарфор ценился буквально на вес золота.

Попытки получения фарфора в европейских странах пошли по разным направлениям. Применяемая повсеместно в Европе низкая температура обжига керамики, не превышавшая $950\text{--}980^\circ\text{C}$ была недостаточной для получения твердого (настоящего) фарфора. Ко времени распространения китайского фарфора, ставшего модным при королевских дворах Европы, т. е. XVI—XVII вв., в Европе было хорошо развито производство изделий из стекла. Еще от Марко Поло, а затем и от португальских купцов, привозивших в Европу фарфор из Китая, было известно, что фарфор изготавливают из белой глины с добавкой молотого камня «петунзе» (пе-тун-зе).

Европейские керамисты, пытавшиеся получить фарфор, думали, что камень «петунзе» является предварительно сваренным стеклом или природным стеклоподобным веществом. В XVI—XVII вв. в Европе представление о фарфоре, как особом виде матового стекла, было всеобщим, поэтому естественны попытки получения фарфора из размолотой фритты в смеси с белой глиной. Фритта — это промежуточный продукт (полуфабрикат), получаемый при изготовлении изделий из стекла.

Технология получения некоторой категории изделий из стекла по тому времени требовала двухстадийной организации производства получения конечного продукта. Когда стекло варили из шихты (смесь песка, соды, мела и других компонентов) в соответствии с уров-

нем развития технологии того времени, было вполне целесообразно на первой стадии предварительно сваренное стекло охладить. Затем раздробить это стекло (фритту) на крупные куски, рассортировать их (отбросить куски непроваренного стекла или куски, не удовлетворяющие по цвету или прозрачности), сварить снова и уже на второй стадии производства вести выработку из вторично расплавленного стекла (фритты). Стеклоделами было уже давно замечено, что температура первичной варки стекла из шихты значительно выше, чем температура вторичного расплавления. Сейчас, вооруженные современными измерительными приборами и обладая знаниями физико-химических процессов, протекающих при варке стекла, мы можем объяснить, чем обусловлена разница в температурах первичной варки стекла и вторичного его размягчения и расплавления. Разница эта весьма внушительная и составляет в зависимости от состава шихты $300\text{--}400^\circ\text{C}$. Стеклоделы XVI—XVII вв. не могли измерить температуру плавления стекла (определяли на глаз, слово «стекло» происходит от глагола стекать), но тем не менее мастера стеклоделия рационально использовали это явление и могли приготавливать легкоплавкую фритту. Поскольку сварить легкоплавкую фритту в условиях хорошо развитого стекольного производства Европы XVII в. не представляло больших трудностей, а задача применения белых тугоплавких глин для изготовления фаянса была решена, то в ряде стран были предприняты попытки получения так называемого фриттового или мягкого фарфора при температуре обжига обычной керамики, т. е. 950--

980°C, тогда как белые глины обычно спекаются при температурах 1350—1380°C. В конце XV и первой половине XVI в. в Италии, Франции, Германии, Голландии, Англии керамисты упорно решали задачу обжига тугоплавких беложгущихся глин при температурах 950—980°C в связи с освоением фаянса. Обычно белые глины большинства месторождений бывают огнеупорные тугоплавкие и очень редко легкоплавкие. В большинстве случаев для получения фаянса были наиболее пригодными тугоплавкие глины, для спекания которых необходима температура обжига 1350—1380°C. Таких температур обжига керамисты Европы XVII в. не знали.

Для спекания тугоплавких белых глин при температуре обжига керамики того времени 950—980°C керамистам, работавшим над освоением фаянса, пришлось вводить флюсующие добавки и в отдельных случаях при получении твердого фаянса была поднята температура обжига, однако даже наиболее высокая температура в то время не превышала 1000—1100°C.

Европейские керамисты знали, что флюсующие добавки, вводимые в глиномассу, увеличивают плотность черепка (снижают его пористость), хотя при производстве фаянса черепок изделий никогда не доводился до полного спекания. Таким образом, введение тонкоразмолотой фритты в качестве флюсующей добавки для получения полупрозрачного черепка было подготовлено предыдущим опытом производства фаянса.

В конце XVII—начале XVIII в. в ряде европейских стран были предприняты многочисленные попытки синтезирования керамических материалов, похожих на фарфор.

Работы по раскрытию секрета китайского фарфора шли по четырем направлениям: усовершенствование техники производства фаянса в подражание китайскому фарфору; получение фарфора

из матового молочно-белого стекла; получение фриттового фарфора за счет введения в состав глиномассы предварительно сваренного стекла-фритты; получение фарфора за счет введения в состав глиномассы стеклообразующих (флюсующих) добавок: поташа, соды, золы растений, пережженных костей животных.

На каждом из этих четырех направлений придется остановиться несколько подробнее, так как два последних не привели к раскрытию секрета изготовления твердого (настоящего) фарфора, но тем не менее получили самостоятельное значение как новые керамические материалы: мягкий фриттовый фарфор, декоративные каменные массы «веджвуд».

Эти керамические материалы не потеряли самостоятельного значения до наших дней.

IV.1

Усовершенствование техники производства фаянса в подражание китайскому и японскому фарфору

Несмотря на то, что в данном учебнике излагается довольно узкая специальная тема, ограниченная рамками формообразования изделий из фарфора в условиях современного производства, необходимо сказать несколько слов о фаянсе.

Со времени широкого распространения в Европе китайского и японского фарфора Италия являлась общеевропейским центром производства фаянса, где переняв от Испании высоко развитую технику производства фаянса, к XV в. не только еще более усовершенствовали технику изготовления фаянса, но и полностью освободились от иностранного влияния. До XV в. влияние испано-мавританской майолики на развитие итальянского фаянса было очень значительным.

Фаянс как керамический материал отличается от фарфора двумя существенными признаками: пористой, не доведенной до полного спекания, керамической основой (черепком), и применением в качестве глазурного покрытия белой оловянной непрозрачной эмали.

Оловянно-свинцовую глазурь изобрели на Востоке. Восточные мастера накладывали окрашенные в массу различного цвета эмали непосредственно на глину одну рядом с другой. Европейские фаянсы расписывали керамическими красками по сырой эмали. Этот способ был изобретен в XV в. итальянскими мастерами, творцами знаменитых итальянских майолик.

Способ живописи по сырой эмали («эль-фреско»), изобретенный итальянскими мастерами, распространился по всем европейским странам и применялся до XVIII в.

К концу XVI в. в Италии появляется новый способ живописи по фаянсу. При приготовлении эмали в состав ее стали вводить большое количество белой глины, получалось нечто среднее между ангобом и эмалью. После первого обжига изделия покрывались этой массой, которая образовывала более густой и плотный слой, позволяющий более тонко и тщательно выводить рисунок. Эта техника позволяла во время живописи не только выписывать детали (чего стали требовать покупатели в связи с изменением вкуса времени), но и исправлять ошибки живописи. Способ этот имел тот недостаток, что краски потеряли интенсивность цвета. Для устранения этого недостатка в технике живописи итальянские мастера изобрели новый способ. Они стали после росписи всю поверхность изделий покрывать прозрачной глазурью. Таким образом, живопись оказывалась вневдренной между двумя слоями глазурного покрытия: один — глухой белый оловянный, другой — прозрачный свинцовый.

В XVII в. роль ведущего общеевропейского фаянсового производства перешла от Италии к Голландии. Голландские керамисты переняли от итальянских мастеров только что описанную технику высокоразвитого фаянсового производства, а художественная сторона дела была целиком обусловлена желанием имитировать китайский и японский фарфор.

Любопытно отметить, что с самого начала и торговцы, и власти, выдававшие патенты и разрешения на открытие мастерских, всегда называли дельфтский фаянс фарфором. Техника росписи фаянса по белой оловянной эмали с последующим покрытием расписанных изделий прозрачной свинцовой глазурью, разработанная итальянскими мастерами в конце XVI в. и освоенная голландскими мастерами в XVII в., позволила дельфтским мастерам успешно имитировать подглазурные синие росписи китайских мастеров-фарфористов, причем с оловянной глазурью зачастую передавался зеленоватый оттенок, характерный для китайского фарфора.

В середине XVII в. голландская Ост-Индская кампания, завладевшая всей торговлей с Японией, и Китаем, стала ввозить ежегодно целые транспорты изделий художественной промышленности дальневосточных стран (до 20 000 ящиков в год), главным образом это был фарфор. Распространение моды на предметы прикладного искусства, ввозимые из стран дальнего Востока, вызвало стремление к подражательству и имитации фарфора. Голландские мастера достигли необычайного искусства в подражании фарфору. Дельфтский фаянс, похожий и по форме, и по способу украшения на столь ценный в то время китайский и японский фарфор, буквально заполнил европейский рынок, а сам маленький Дельфт разрастается в крупнейший керамический центр Европы.

IV.1. Дельфтский фаянс, подделки под китайский и японский фарфор



IV.1

При изучении истории дельфтского фаянса можно проследить три основных периода.

Первый период (до середины XVII в.) — самостоятельное развитие фаянсового производства, значительно уступающего с технической точки зрения итальянскому. Мастера вдохновляются произведениями национального искусства и заимствуют свои сюжеты из истории быта и пейзажа родного края.

IV.2. Дельфтский фаянс, подделки под китайский и японский фарфор (тарелка)



IV.2

Второй период (с середины XVII до середины XVIII в.) — производство в промышленном и техническом отношении достигает своего высшего расцвета. В художественном отношении заимствование декоративных элементов и композиций росписей с китайского и японского фарфора вырабатывает тот особый китайско-голландский стиль, который совершенно вытесняет национальное искусство фаянса. Если мастера фаянсового производства Италии к XV в., освободившись от иностранного влияния, создали самобытный высокохудожественный фаянс, то голландские мастера начиная с XVII в. привели свое национальное искусство фаянса к полному упадку и исчезновению.

Очень высокая техника изготовления фаянсовых подделок под фарфор Китая и Японии совершенно вытеснила национальные приемы голландской живописи по фаянсу (рис. IV. 1, IV. 2).

Третий период (начиная со второй половины XVIII в.) — после открытия Бетгером и Чирнгаузом твердого фарфо-

ра, который развивался в европейских традициях, подделки фаянса под китайский фарфор перестали пользоваться спросом, и производство голландского фаянса приходит в упадок.

О динамике упадка производства дельфтского фаянса можно судить по следующим цифрам: в 1711 г. в Дельфте работало 30 фабрик; в 1742 г. — 20; в 1799 г. — 10, в 1808 г. — 8; в 1850 г. — 3; в 1920 г. — 1.

IV.2

Получение фарфора из матового молочно-белого стекла

Как уже упоминалось, среди европейских ученых XVII в. существовало мнение, что фарфор представляет собой какой-то особый вид молочно-белого стекла. Европейцы пытались любыми средствами выведать тщательно охраняемый китайцами секрет производства фарфора. Наибольшего успеха в этом отношении сумел добиться французский священник Д'Антреколл, который в конце XVII в. посетил Китай под предлогом миссионерства, чтобы выведать секрет изготовления фарфора. От своих прихожан, мастеров-фарфористов, ему удалось узнать только, что фарфор делается из двух компонентов: каолина и петунзе, однако, что представляют собой эти горные породы он не мог объяснить. Об обжиге он не узнал ничего существенного, очевидно, он привез образцы. Во всяком случае образцы каолина и петунзе были привезены во Францию. Французский ученый Реомюр, написавший в 1727—1729 гг. две статьи о фарфоре в «Трудах Парижской академии наук», высказывал мнение, что каолин из Китая есть тальк или камень весьма тальковый... Петунзе есть род кремня, но более легкоплавкого, чем наш обыкновенный.

Независимо от попыток узнать технологию изготовления фарфора у самих

китайцев, в Европе старались также раскрыть секрет его производства самостоятельно. В конце XVII в. французу Морену из Тулона удается получить вещество, похожее на фарфор. В своем докладе, относящемся к 1694 г., адресованном в Парижскую академию наук, Морен сообщил, что он получил фарфор — вещество белое, твердое и прозрачное.

Как мы теперь знаем, фарфор Морена представлял собой полупрозрачное стекло белого цвета («глухое», как говорят стеклотехники). Этот фарфор называют в настоящее время «реомюровым», ошибочно и несправедливо приписывая французскому ученому Реомюру изобретение, которое ему не принадлежало. Во время работ Морена Реомюр был слишком молод, чтобы принимать в них какое-либо участие. Крупнейший ученый XVIII в., создатель русского фарфора Д. И. Виноградов в труде «Обстоятельное описание чистого порцелина» пишет, что во Франции, Пруссии и в немецкой земле делают так называемую порцелиновую посуду, которая за настоящий фарфор приниматься никак не может.

IV.3

Получение мягкого фарфора за счет введения в состав глиномассы предварительно сваренного стекла. Фриттовый фарфор

Первые более или менее удачные попытки получения мягкого фарфора принадлежат Италии. В XVI—XVIII вв. в Венеции, Ферраре, Турине, Пизе были проведены работы по получению фарфора, но эти попытки ограничились опытными образцами. В лаборатории Франческо Медичи длительное время велись работы по получению фарфора. В музеях Италии сохранилось несколько образцов под названием «фарфора Медичи».

Фабричная выделка просвечивающей керамики началась во Франции в конце XVII в. и получила довольно широкое развитие. Первая фабрика, о которой имеются достоверные сведения, была организована братьями Шикано в Сен-Клу около 1690 г. Затем был организован ряд заводов в Шантели, Менеси, Со и др.

В первой половине XVIII в. был основан фарфоровый завод в Венсене, вскоре переведенный в Севр.

Севрский завод, несмотря на технологические трудности, успешно выпускал главным образом декоративные изделия, небольшие скульптуры, вазы, мелкие предметы: табакерки, пуговицы и др.

Смесь для получения старого сеvрского фарфора состояла из селитры, морской соли 7,2, жженных квасцов 3,6, соды 37,0, гипса 3,6, песка 60,0. Эту шихту фриттовали, мололи и смешивали с мелом и мергелем в следующих пропорциях, вес. ч.: фритта 90—75, мел 20—17, мергель 10—8.

После смешения указанных компонентов шихты для придания пластичности в массу добавляли клей (12—15%). Изделия формовали в гипсовых формах.

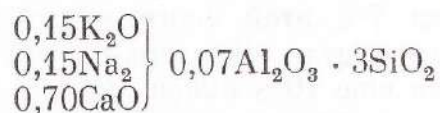
После подсушки их с наружной стороны зачищали, а чашки с наружной стороны обтачивали для уменьшения толщины черепка.

При обжиге изделия из фриттового фарфора (рис. IV.3, IV.4) сильно деформировались, поэтому их установка в горн была очень сложной операцией. Все выступающие части скульптуры или вазы тщательно подпирались подставками из той же массы, расположенными так, чтобы их усадка шла согласованно с усадкой обжигаемой скульптуры. Между подставками и изделием во избежание сплавления предусматривались прокладки из песка, смешанного с клеем.

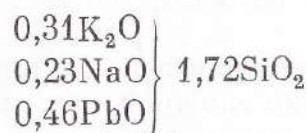
Одни изделия (в зависимости от их формы) обжигали заключенными в специальные глиняные формы, другие—на специальных подставках-пластинах или погруженными в песок, в специальных капсулах. Несмотря на все предосторожности при обжиге, получалось до 70 и даже до 90% брака.

Изделия больших размеров трудно было сохранить от деформации.

Состав старосеврского фарфора, %: кремнезема (кварца) 72—78, глинозема 1—7, извести 11—17, щелочей 5—8. Ниже приводим состав, выраженный формулой Зегера:



Состав глазури, вес. ч.: свинцовый глет 41—39, кварцевый песок 29—27, кремний 12—11, поташ 16—15, сода 10—9. Один из составов глазури, выраженный по формуле Зегера:



Обжиг производили в течение 75—100 ч, температура 1200—1300°C. Мягкий французский фарфор славился своими очень своеобразными декоративными цветными массами. Благодаря сильному флюсованию массы и обильному содержанию щелочей введенная в состав массы медно-щелочная фритта окрашивала изделия в очень красивые бирюзовые тона.

Густой синий фон, характерный только для сеvрского фарфора, получали довольно сложным путем, шихту сплавливали (вес. ч.) из: обогащенной кобальтовой руды (мышьяковистое соединение кобальта) 6, песка 4, поташа 2, селитры 2. Мышьяковисто-кобальтовую фритту сплавливали, мололи, смешивали с кле-

ем, растирали и шпателем наводили толстый слой на изделие, затем обжигали, обтачивали для сглаживания неровностей первого покрытия, наводили еще слой, опять обжигали, точили и только после обработки двухслойной наводки синего цвета наносили глазурь и ставили в горн для политого обжига.

Фритту мололи, и в готовую массу вводили 7% этой фритты для светло-желтого цвета. Для оранжевой массы вводили еще 10% окиси железа; применяли и цветные массы, окрашенные на всю толщину черепка введением в основную фритту красящих окислов металлов. Кроме описанных, применяли и другие очень красивые и своеобразные, характерные только для северской мануфактуры, цвета: розовые, фиолетовые, зеленые и др.

Даже из приведенных примеров необыкновенно сложной технологии получения северского фриттового фарфора очевидно, насколько это производство было дорогостоящим.

В процессе усовершенствования мягкого фарфора для повышения его устойчивости от деформации при обжиге северские мастера постепенно стали увеличивать количество глинистых материалов, а после открытия в 1768—1770 гг. близ Севра и Лиможа месторождения каолина стали вводить в состав глиномассы и каолин (рис. IV. 5).

Новая северская фарфоровая масса содержит, %: каолина 40, шпата 35, кварца жженого 25.

Крупнейшее производство полумягкого фарфора находится также в Лиможе.

В настоящее время мягкий фарфор существует в многочисленных разновид-



ностях, которые могут быть сгруппированы в трех основных видах: фриттовый, зегеровский и костяной. Зегер в 1880 г. подобрал состав мягкого фарфора на ос-



IV.4

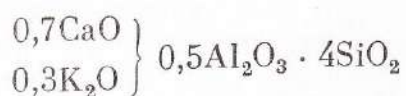
нове полевого шпата, песка, и некоторых видов беложгущихся глин (иногда с добавкой каолина), имитировав японский фарфор: глины беложгущейся 25—

35, полевого шпата 30—36, песка кварцевого 20—45%.

K_2O {1,8—36} Al_2O_3 } — 10,21 — 13,53 SiO_2

Эти составы известны под названием зегеровского мягкого фарфора. Их обжигают при 1250—1300°C, применяют в основном для художественных изделий, они характеризуются небольшой прочностью и термостойкостью.

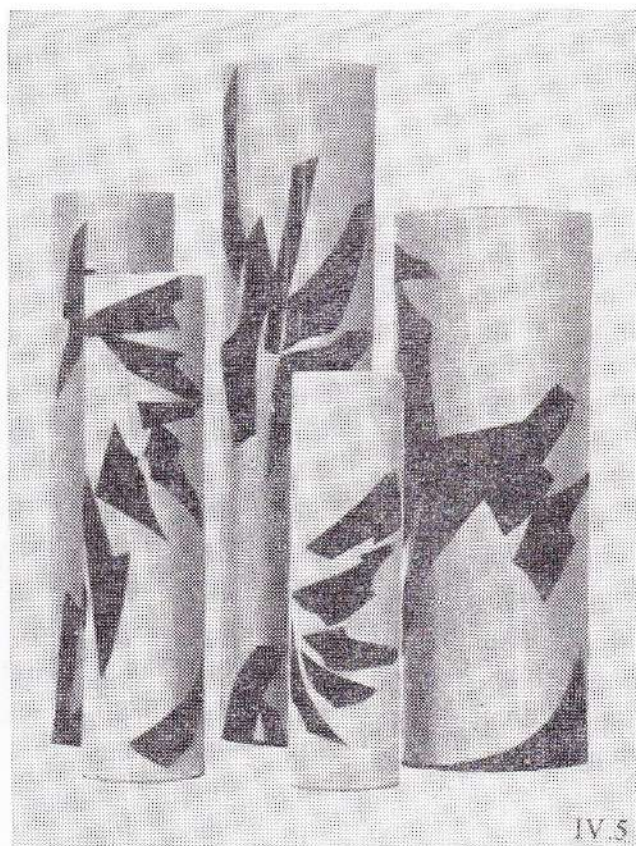
Глазурь зегеровского фарфора имеет следующий состав:



К числу мягких фарфоров, отличающихся хорошей просвечиваемостью и бархатистой фактурой неглазурованной поверхности, относится так называемый «париан». Из этого вида мягкого фарфора изготовляют скульптуры. Состав фарфора колеблется в указанных пределах, %: каолин 40—34, полевой шпат 39—60, кварцевый песок 14—6, свинцовое стекло 7—0.

Один из современных рецептов мягкого фарфора из отечественного сырья для хозяйственных и скульптурных изделий приводится ниже, %: каолин глуховецкий 22, песок люберецкий 22,5, полевой шпат 36,0, часовярская глина 16,5. Фарфор такого состава обжигают при 1250°C. В состав современной массы для мягкого фарфора вводят иногда также 1,5—2,5% мела и 1,2—4,0% окиси цинка.

Вслед за организацией производства фриттового фарфора во Франции фриттовый мягкий фарфор в начале XVIII в. появляется и в Англии. В состав английского мягкого фриттового фарфора входили следующие компоненты: кварцевый песок, фосфорит, поташ, бура, сода. Они сплавлялись в фритту, затем после ее помола к ней добавляли глину (позднее каолин) 21—22%.



IV.5

Обожженная на «бисквит» до полного спекания такая масса в виде неглазурованного изделия с синими, зеленоватыми или коричневыми рельефными, накладными украшениями представляет собой мягкий, хорошо просвечиваемый фарфор. Такие изделия иногда называют веджвудским каменным товаром, это неверно.

Веджвудский каменный товар появился значительно позднее. Крупнейший английский керамист Д. Веджвуд организовал свой знаменитый завод «Этрурия» в 1763 г. Завод работает до настоящего времени.

IV. 4 Английский «костяной» фарфор Веджвуда

С именем Д. Веджвуда связано открытие, разработка технологии получения и организации производства английского костяного фарфора. Эта разновидность мягкого фарфора, синтезированного в результате попыток раскрытия секрета производства твердого китайского фарфора отличается тем, что в состав его шихты входит в большом количестве, %: фосфорно-кислый кальций из костей рогатых животных 43—49, кремний 16—21, каолин 11—41 и белая глина 18—19.

В результате работы Д. Веджвуда был создан новый керамический материал, не потерявший значения до наших дней.

Д. Веджвуд (1730—1795) происходил из семьи потомственных гончаров и с юношеского возраста знал все технологические процессы производства керамики. Он не только научно разработал технологию получения новых составов керамических масс, но также создал новые конструкции печей, обеспечивающих необходимые температурные режимы обжига новых керамических масс.

Д. Веджвуд сконструировал пирометр — прибор, позволяющий точно контролировать регулирование заданного режима работы печей. Изобретение механического гончарного круга с вращающейся гипсовой формой и формирующим шаблоном или роликом также принадлежит Д. Веджвуду. Этот принцип пластического формования керамики используют во всех керамических производствах всего мира до сегодняшнего дня. По принципу формования, разработанного Веджвудом, построены многие современные высокопроизводительные формирующие автоматы.

Ф. Энгельс писал о Д. Веджвуде, что наряду с развитием производства стек-

ла зародилась новая отрасль промышленности — гончарное производство, получившее особое значение около 1763 г.

Наряду с посудой в «Этрурии» производились самые разнообразные декоративные изделия. Вазы, бюсты, медальоны выполнялись из черной базальтовой массы, новый способ изготовления которой был найден Веджвудом. Костяной фарфор Веджвуда имитировал различные породы камня. Заводские мастера «Этрурии» достигали больших художественных эффектов. Широкую известность получила яшмовая масса.

Формообразование изделий из костяного фарфора Веджвуда имело свою специфику: на предварительно отформованную вазу, на цветной фон, нередко имитирующий природный камень, накладывались также предварительно отформованные рельефы, изготовленные в специальных формах. Во время обжига основа изделия и наложенные на нее рельефные белые детали декора сплавлялись в единое целое.

Искусство изготовления этого нового фарфора, хотя и было предпринято с целью получения китайского фарфора, с первых же дней своего появления не подражало (не в пример голландским керамистам) китайским образцам, а стало развиваться в современных Веджвуду европейских традициях, что обеспечило заводу «Этрурия» всеобщее признание и устойчивый успех. Большое влияние на художественные качества английского костяного фарфора оказало античное искусство, увлечение которым было характерно для классицизма последней четверти XVIII—начала XIX в. Присущий изделиям «Этрурии» своеобразный классический стиль, отличающийся цельностью и чистотой, сложился в результате деятельности многих мастеров начиная с самого Д. Веджвуда и целой плеяды талантливых мастеров, среди которых был Ромас Бентли (1731—1780).

Развитие технологии получения этого своеобразного мягкого фарфора шло по линии изыскания устойчивости изделия в обжиге с целью упрощения процесса формообразования изделий, для чего постепенно в состав массы стали вводить полевой шпат и каолин. Каолин и полевой шпат в виде пегматита начали вводить в состав мягкого фарфора в Англии с 1768 г. после открытия Корнвалийских месторождений (корнишстоун содержит плавиковый шпат, полевой шпат и слюду и классифицируется на четыре сорта по содержанию плавикового шпата).

При этом масса содержала, %: каолина 20—45, корнвалийского камня 7—30, костяной золы — 30—60.

Изделия костяного фарфора можно формовать пластическим способом и литьем, их обжигают до полого спекания при 1250—1280°C в окислительной газовой среде, чем и объясняется кремовый или слегка теплый цвет белых изделий (цвет сливок), масса легко размягчается в обжиге и деформируется, если не принять мер предосторожности, обычно очень усложняющих обжиг изделий из мягкого фарфора как в отношении формообразования изделий, так и технологических мероприятий.

Для костяного фарфора применяют фриттованные глазури следующего состава, %: полевой шпат 48, кварцевый песок 9, бура техническая 22, свинцовое стекло (флинт-глас) 21. Для изготовления чайной и столовой посуды костяной фарфор не применялся, так как он хрупок и не выдерживает резкой смены температур, но в настоящее время путем изменения состава масс он получил распространение.



IV.6

Большинство керамических предприятий Англии сосредоточено в районе древнего центра гончарного производства «Петтериз» («Гончарки») на севере графства Стэфоршир в центре Англии и в особенности в городе Стоун-на-Тренте, который с XVIII в. связан с именем Д. Веджвуда.

Фирмы «Веджвуд», «Споуд», «Мкинтон», «Доултон» и многие другие, получившие всемирную известность, до сих пор сохраняют традиции фабрики, организованной Веджвудом. На рис. IV.6—IV.8. показаны изделия, выпущенные на фабрике «Этрурия» при жизни Д. Веджвуда. Традиционный орнамент «Синяя ива» был впервые использован фирмой «Веджвуд» в 1806 г. и все еще пользуется большим спросом. Сейчас в Англии, Японии и европейских странах широко используют жаропрочную керамику в условиях жилой квартиры, когда семья обедает на кухне.

Успеху английской керамической промышленности в значительной мере

IV.7. Молочник



IV.8. Молочник из «Черной массы»



содействует полное обеспечение предприятий местным сырьем. Беложгушиеся глины и каолины Корнуолла и Девона известны как лучшие в мире (75% всей добычи идет на экспорт). В Англии имеются также и залежи других компонентов, необходимых для получения фарфора, фаянса и других керамических масс: кварц, кварцевый песок, кремниевая галька, полевые шпаты, пигменты и др.

Техника и организация производства всех без исключения керамических предприятий, начиная со строительного кирпича, черепицы и кончая производством тонкокерамических изделий из каменных масс и фарфора, находятся на очень высоком уровне. На рис. IV.9 показан участок автоматической формовки фар-

форовых тарелок и кружек. На рис. IV.10 показана электровоздушная печь новой конструкции, в которой обжиг керамики производят на воздушной подушке.

IV.5

Открытие твердого фарфора в Европе

Открытие твердого фарфора связано с именами двух совместно работавших авторов: Иоганна Фридриха Бетгера и Вальтера Эринфрида Чирнгауза. К 1710 г., когда фарфор впервые появился на весенней ярмарке в г. Лейпциге, Чирнгауза уже не было в живых (умер в 1708 г.). Поэтому вся заслуга первооткрывателя несправедливо была приписана Бетгеру.

IV.9. Участок автоматической линии



IV.10. Электровоздушная печь для обжига керамики



Получение твердого фарфора в меньшей степени зависит от рецепта (состава масс) и в большей степени — от сочетания высокой температуры обжига с газовой средой.

К спекающимся глинам относят такие, которые при нагревании их до соответствующей температуры обжигаются до полного исчезновения пор. В природе нередко встречаются и не спекающиеся белые глины, которые при обжиге остаются пористыми даже при очень высоких температурах.

Плавни — те флюсующие минералы, которые при температуре спекания керамики переходят в стекловидную, жидкую фазу. В Китае в качестве плавня применяли фарфоровый камень «петунзе».

В Европе фарфорового камня нет, но есть плавни, шпаты, пегматиты и др., о флюсующем действии которых европейцам того времени ничего не было известно.

Первые два условия получения фарфора были разработаны Чирнгаузом с

помощью медных вогнутых зеркал, отражающих солнечные лучи.

Чирнгауз, имевший опыт получения фарфоровидного материала, доведенного до полного спекания, предложил Бетгеру совместными усилиями вести работу по изысканию способа получения фарфора. Они получили при высоких температурах полностью спекшийся керамический фарфоровидный материал красноватого цвета, который послужил основой для заводского производства так называемого «япис фарфора» (рис. IV. 11). В настоящее время в современной специальной литературе этот материал известен под названием «бетгеровский каменный товар».

Бетгер построил первые керамические печи, обеспечивающие возможность получения высоких температур, нашел огнеупорные керамические материалы, необходимые для обжига фарфора при высоких температурах (пригодилась работа по изготовлению тиглей при выплавке металлов), ввел характерный для европейского фарфора предварительный

обжиг, который был необходим в связи с низкой прочностью европейских необожженных фарфоровых масс, не позволяющих глазуровать предварительно необожженный сырец (в Китае сырец прочнее европейского в 6—7 раз). В результате двухстадийного обжига стало возможным быстро и надежно глазуровать даже тонкостенные фарфоровые изделия погружением их в глазурную суспензию.

Китайский фарфор-сырец в то время глазурировали набрызгиванием глазури с помощью примитивного пульверизатора, изготовленного из двух связанных под прямым углом камышинок, в одну из которых дули ртом, а другая была опущена в жидкую глазурь.

Бетгер покрывал свои изделия черной глазурью и расписывал их серебром. Технология росписи по глазури серебром так же, как и вся технология получения «красного фарфора», была заново разработана Бетгером (рис. IV. 12).

Следует отметить, что «красный фарфор» был и в Китае получен задолго до получения серого полностью спекшегося керамического материала «предфарфор», который через много столетий благодаря усовершенствованию технологии изготовления развился в белый фарфор. Если в Китае время, затраченное на путь «красный фарфор» — серый «предфарфор» — белый фарфор, измеряется столетиями, то тот же путь Чирнгауз и Бетгер в своей совместной работе проделали за 30 лет.

После смерти Чирнгауза Бетгеру пришлось одному самостоятельно решить третью задачу — обеспечить высокотемпературный обжиг керамики в восстановительной газовой среде (3-я задача) в сочетании с высокой температурой обжига (1-я задача) и доведение обжигаемого керамического изделия до полного спекания черепка (2-я задача).

Однако при этом заслуживают внимания два факта.

Первое — это то, что Бетгер длительное время занимался выплавкой и изготовлением необходимых для этой работы огнеупорных тиглей, подыскивая и испытывая для тиглей различные сорта огнеупорных глин.

Понятие восстановительная газовая среда пришло в керамику из металлургии. Оно получило свое название от процесса восстановления руд и окислов металлов в металл.

Древнейший способ получения железа из руды — так называемый «кричный способ», как известно, был основан не на плавлении железа, а на восстановлении руды в металл и осуществлялся в обычном кузнечном горне. Кузнецы того времени, получавшие «кричное» железо, прекрасно владели созданием необходимого огня для восстановления руды и получения «крицы», ориентируясь только по цвету пламени. Если Бетгер пользовался подобным кузнечным горном для своих опытов по плавлению металлов в тиглях, то он не мог не заметить того факта, что после восстановления металла тигель, в котором он плавил свои пробы, менял цвет.

Тигель кремового цвета становился голубовато-белым или голубовато-серым. Это свидетельствовало о том, что огнеупорная глина при восстановительной газовой среде меняет свой цвет и становится вместо кремовой голубовато-белой.

Второе обстоятельство, которое могло натолкнуть Бетгера на открытие восстановительной газовой среды обжига как необходимого фактора получения белого фарфора — это использование старого керамического приема получения черных керамических изделий методом задымления. Как бы ни происходило открытие восстановительного обжига, весь комплекс задач получения белого фарфора Бетгер решил один и завершил работу над получением фарфора в 1709 г., получив первые белые образцы.

IV.11. Сосуд из красного фарфора.
Чирнгауз — Бетгер (1710)



IV.12. Ваза из красного фарфора,
покрытая черной глазурью и расписанная
серебром. Чирнгауз — Бетгер (1710).
Музей Мейсенского завода



К 1710 г. Бетгер сумел, перестроив технологию своего завода, получить белый фарфор, не уступающий китайскому (рис. IV.13).

IV.6

Производство фарфора в России

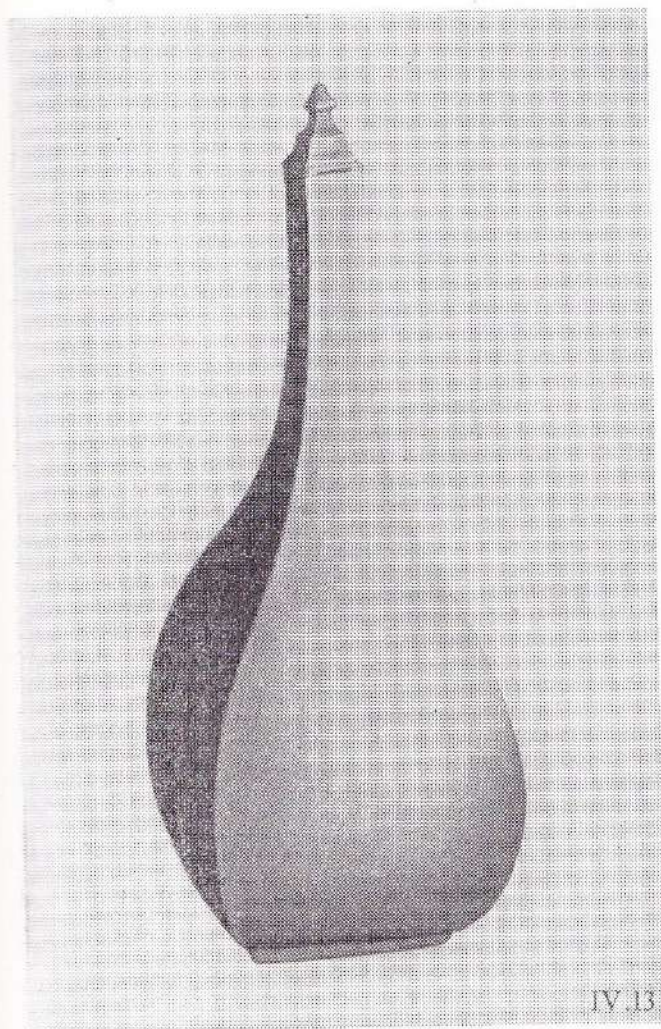
Открытие и организация производства фарфора в России неразрывно связаны с именем выдающегося ученого

XVIII в. Дмитрия Ивановича Виноградова (1720—1758).

Первые попытки организации производства фарфора в России были предприняты еще при Петре I, большом ценителе фарфора и фаянса.

Создание фарфора и организация промышленного производства фарфоровых изделий поставила Д. И. Виноградова перед необходимостью решения целого комплекса физико-химических и тех-

IV.13. Сосуд из белого твердого фарфора, открытого Ветгером (1710).
Музей Мейсенского завода
(первый европейский фарфор)



нологических задач, необходимых для получения не только *лабораторных образцов фарфора «малых проб»*, но и всего комплекса заводского производства изделий из фарфора в целом. Весь огромный комплекс работ Д. И. Виноградов провел один. В процессе освоения фарфора Д. И. Виноградовым были решены следующие задачи: 1. Разработка состава фарфоровой массы. 2. Подбор необходимых компонентов фарфоровой

массы из отечественного сырья с учетом температуры обжига и отношения фарфоровой массы к восстановительной газовой среде обжига (белизна, просвечиваемость, механическая прочность и др.). 3. Разработка технологических приемов обогащения сырьевых материалов на измельчение, отмучивание и т. д. 4. Дегидратация пластических глин и введение их в качестве отошающей добавки в фарфоровую массу с целью понижения пластичности фарфоровой массы во избежание растрескивания изделий при сушке. 5. Разработка конструкций печей для разных случаев обжига фарфоровых изделий: для утильного (предварительного), для глазурного (политого) обжига фарфора, для обжига живописи (муфельная печь), для фриттования керамических красок. 6. Разработка оптимального режима предварительного обжига фарфора. 7. Разработка температурного режима в сочетании с газовым режимом глазурного обжига фарфора. 8. Разработка режима обжига надглазурной живописи. 9. Подбор топлива для печей (утильного, глазурного и обжига красок). 10. Разработка состава глазури для полученного фарфорового черепка. 11. Освоение технологии глазурования изделий, обеспечивающей оптимальную толщину глазурованного покрытия. 12. Разработка составов и технология изготовления керамических красок разных цветов и оттенков для живописи по фарфору, закрепляемых на фарфоровом черепке путем обжига. 13. Подборка сырья для капсулей и для изготовления огнеупорных кирпичей для кладки печей. 14. Разработка технологии измельчения кварца (обжиг, помол, отмучивание).

IV.14. Один из последних сервизов
виноградовского периода (1760)



IV.14

Применение более мелкого кварца в фарфоровой шихте способствовало образованию большого количества жидкой стеклообразной фазы в черепке, а следовательно, и большей просвечиваемости.

В фарфоровых массах Виноградова роль плавня играл алебастр, у которого интервал спекания принципиально отличается при нагревании шихты от полевого шпата в современных фарфоровых массах.

Участие алебаstra в фарфоровых массах Виноградова вызывало некоторые затруднения при обжиге фарфора, которые отсутствуют в полевошпатовом фарфоре.

Выбор алебаstra в качестве плавня был не случайным. Алебастр понижает температуру плавления глины, а следовательно, и спекания фарфоровой массы. Но для обеспечения белизны, прозрачности и прочности черепка фарфора Виноградов должен был разработать более строгий температурный и газовый режим обжига по сравнению с обжигом современного полевошпатового фарфора.

Д. И. Виноградов изучал обжиг, многократно перестраивал печи, совершенствовал их, снова перестраивал, приспособивая к сочетанию газового и температурного режимов.

IV.15. Арабесковый сервиз
по проекту Ж. Д. Рашета. Детали (1784)



IV.16. Скульптурная группа
из «Арабескового сервиза»



Для освоения фарфора необходимы были специальные печи, разработке и постройке которых Д. И. Виноградов посвятил 14 лет упорного труда, требовавшего широкого технического кругозора и специального образования.

К концу 1750 г. невская порцеллиновая мануфактура представляла собой вполне налаженное производство отечественного фарфора, которому предстояло большое будущее (рис. IV. 14). После смерти Д. И. Виноградова все работы на

IV.17. Скульптурная группа
«Народы России». Ж. Д. Рашет

заводе продолжались по его технологии.

Техническое руководство перешло к его ближайшему помощнику, ученику и последователю Никите Воинову, вышедшему из простых мастеров. В 1762 г. завод возглавил М. В. Ломоносов, который хорошо знал технологию фарфорового производства, так как сам в 1750 г. независимо от Д. И. Виноградова разработал рецепт фарфора и технологию обжига, по составу сильно отличавшиеся от виноградовского. О ломоносовском фарфоре известно из дошедших до нас рукописей великого ученого. Фарфоровых же изделий, изготовленных М. В. Ломоносовым, не сохранилось. Работа над фарфором на «порцеллиновой мануфактуре» всегда велась по рецептам Д. И. Виноградова. Императорский фарфоровый завод до самой революции оставался единственным государственным заводом России.

Формообразование фарфоровой продукции Императорского завода определялось в этот период общим большим стилем, господствующим в архитектуре. Художественное направление завода в этот период связано в первую очередь с творчеством скульптора Жана-Доменика Рашета. Он был приглашен на завод в 1779 г. на должность главного модельера. За время своей работы на заводе выполнил более 150 моделей фарфоровых изделий.

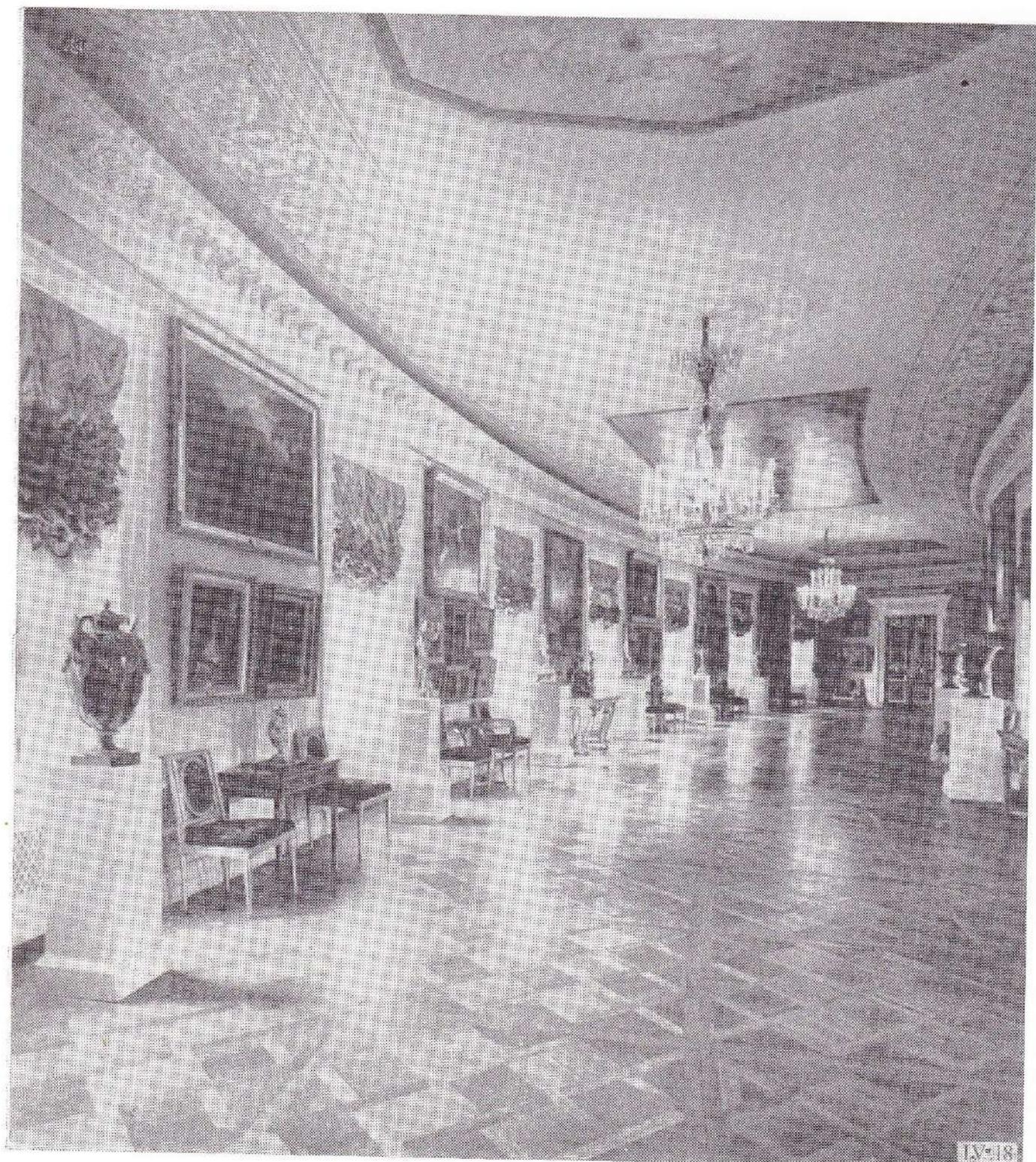
Первой работой скульптора Рашета была серия настольных скульптур, украсивших «Арабесковый сервиз» (рис. IV. 15, IV.16). Таким образом, в это время наметились два направления: первое — по законам классицизма, создающее возвышенные, одухотворенные, аллегориче-



ские образы, и второе — тяготевшее к жанровости, изображающее простого человека в его жизненной повседневности. В конце XVIII в. в фарфоре возникают сюжеты античной мифологии. В этот период появляются новые формы ваз. Четкий силуэт, ясность пропорций, монументальность, энергичная прорисовка характерны для 1780—1790 гг. (рис. IV.17).

Необходимо отметить, что при использовании станковых произведений пейзажной живописи для декорирования ваз общая композиция вазы строилась таким образом, чтобы используемый пейзаж был композиционным центром и

IV.18. Интерьер Павловского дворца



IV.19. Ваза с видами Павловска
(акварели С. Щедрина)



IV.19

как основная форма вазы, так и все детали украшения вазы зрительно подчинялись ему. Это было не только обязательным правилом, диктуемым стилем, но и говорило о высокой культуре и художественном мастерстве фарфористов того времени (рис. IV. 18—IV.19).

В 1778—1785 гг. заводом Гарднера были выполнены по заказам царского двора знаменитые орденские сервизы: «Георгиевский» «Александровский» и «Владимирский» (три цветных рисунка в приложении). Эти сервизы явились крупными произведениями художественного фарфора. Их композиционный строй не утратил своего значения до настоящего времени и является образцом для проектирования торжественных банкетных тематических фарфоровых сервизов.

Фарфор Императорского завода этого периода, обладая чертами европейского стиля, нес в себе самобытные черты русского национального искусства.

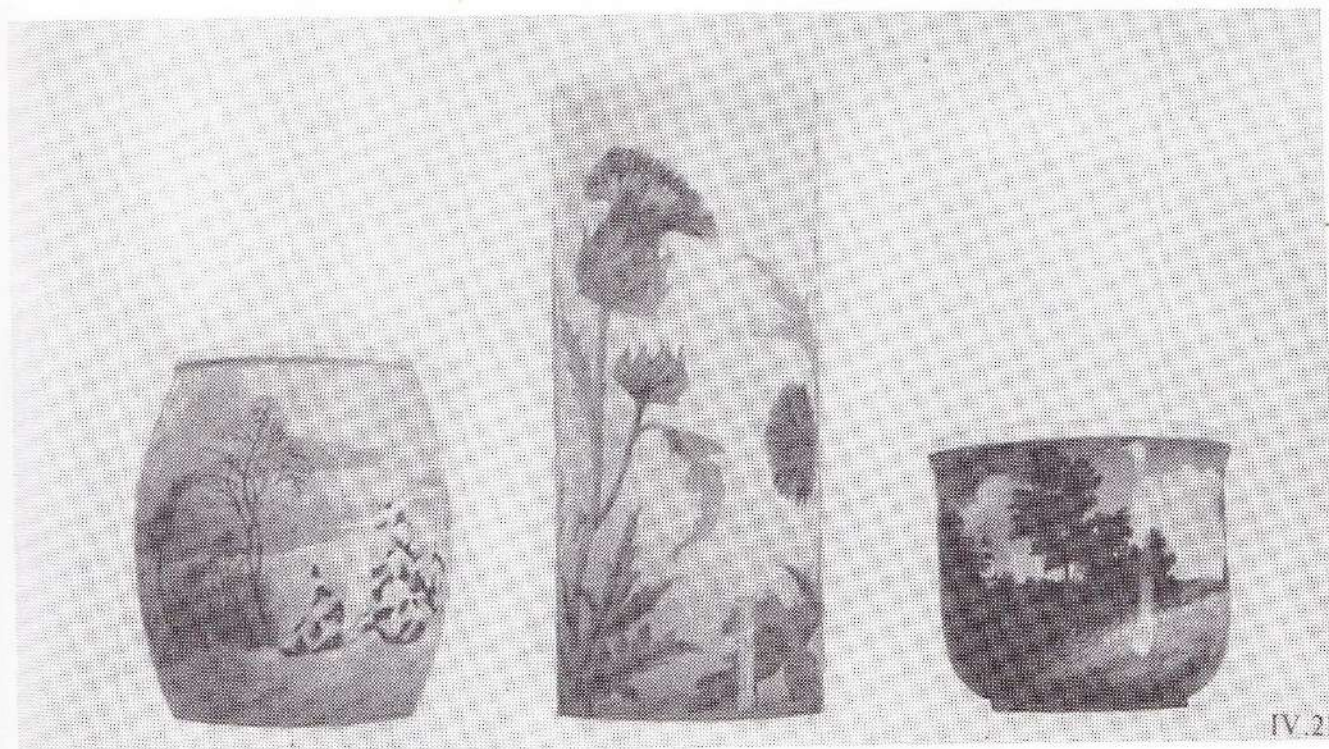
Самым большим парадным сервизом конца XVIII в. является «Юсуповский сервиз». Это произведение фарфорового завода имеет настольные фарфоровые скульптурные украшения, посуда простых геометрических форм, классическая роспись строго согласована с формой, архитектурные пейзажи в медальонах.

К концу XIX в. в искусстве русского фарфора намечается начало упадка. Формообразование фарфоровых изделий этого периода все больше и больше превращается в бессмысленное усложнение форм, нагромождение деталей, причем нередко удивительно разнородных. В Европе конца XIX в. в искусстве искали новое направление для развивающейся-

IV.20. Интерьер, начало XX в.



IV.21. Вазы с подглазурной росписью
(роспись Н. Даладугина, Н. Денисова,
А. Зонис, В. Кленовского), 1906—1916 гг.



ся фарфоровой промышленности. Новым стилем в искусстве стал модерн (рис. IV. 20, IV. 21).

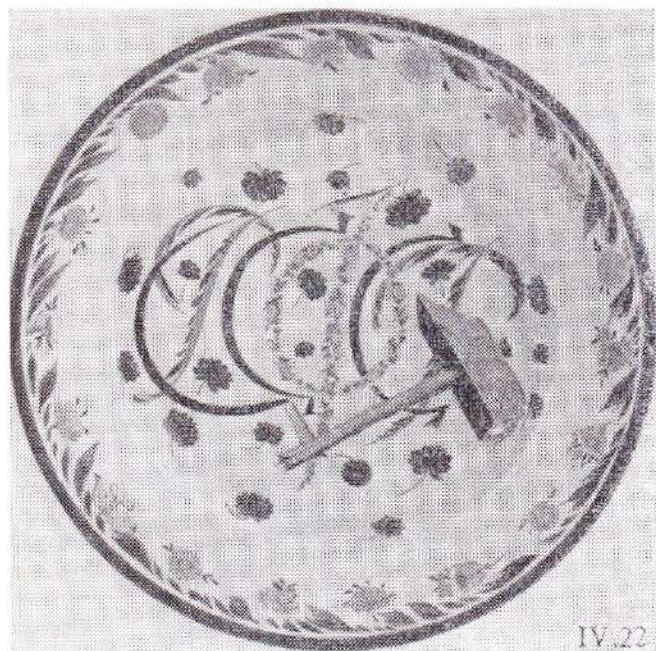
На всемирной копенгагенской выставке в 1888 г. Датский фарфоровый завод выставил свою продукцию в новом стиле. Это были вазы с подглазурной живописью. В этом стиле Императорский завод в 1906 г. выпустил около двухсот ваз с подглазурной росписью. Формы ваз хотя и просты, но обладают очень вялой прорисовкой контуров.

С 1906 по 1917 гг. на Императорском фарфоровом заводе господствовал стиль модерн. Этот стиль отличался вялой прорисовкой контуров. Росписи отражали настроение тоски и бессилия, для них

были характерны туманные закаты, блеклые цвета, отсутствовали образные композиции. Все это соответствовало упадочным настроениям того времени.

Историк русского фарфора А. К. Лансере, анализируя предреволюционный период работы Императорского фарфорового завода, писала о работавших на нем художниках К. Сомове, С. Чехонине, В. Серове, В. Кузнецове, Г. Нарбите, что они внесли определенный вклад в дело развития русского фарфора. Несмотря на то, что они выступали поборниками «Мира искусств», В. Кузнецов и С. Чехонин впоследствии стали крупнейшими мастерами советского фарфора.

IV.22. Блюдо «РСФСР».
Вариант и выпуск 1922 г. С. В. Чехонин.
Композиция, 1918 г.



IV.7 Советский фарфор

После 1917 г. художники и мастера фарфора оказались перед необходимостью решения целого ряда сложных задач и прежде всего творческой задачи превращения аристократического материала фарфора в материал, который должен войти в быт широких народных масс.

В первые же месяцы после Великой Октябрьской социалистической революции, в марте 1918 г., на базе Императорского фарфорового завода была создана «Испытательная керамическая лаборатория республиканского значения». Она должна была стать центром коренной перестройки художественной промышленности и создания советского фарфора для советского народа.

IV.23. Поднос «Красный матрос».
С. В. Чехонин, 1920 г.



А. В. Луначарский писал, что искусство — колоссальной силы воспитательное средство. Это, быть может, самая могучая форма агитации, какая когда-либо существовала.

В тематических произведениях тех лет виден не только революционный накал, но и виртуозное мастерство и культура, накопленные в течение многих поколений художников и мастеров первого русского фарфорового завода.

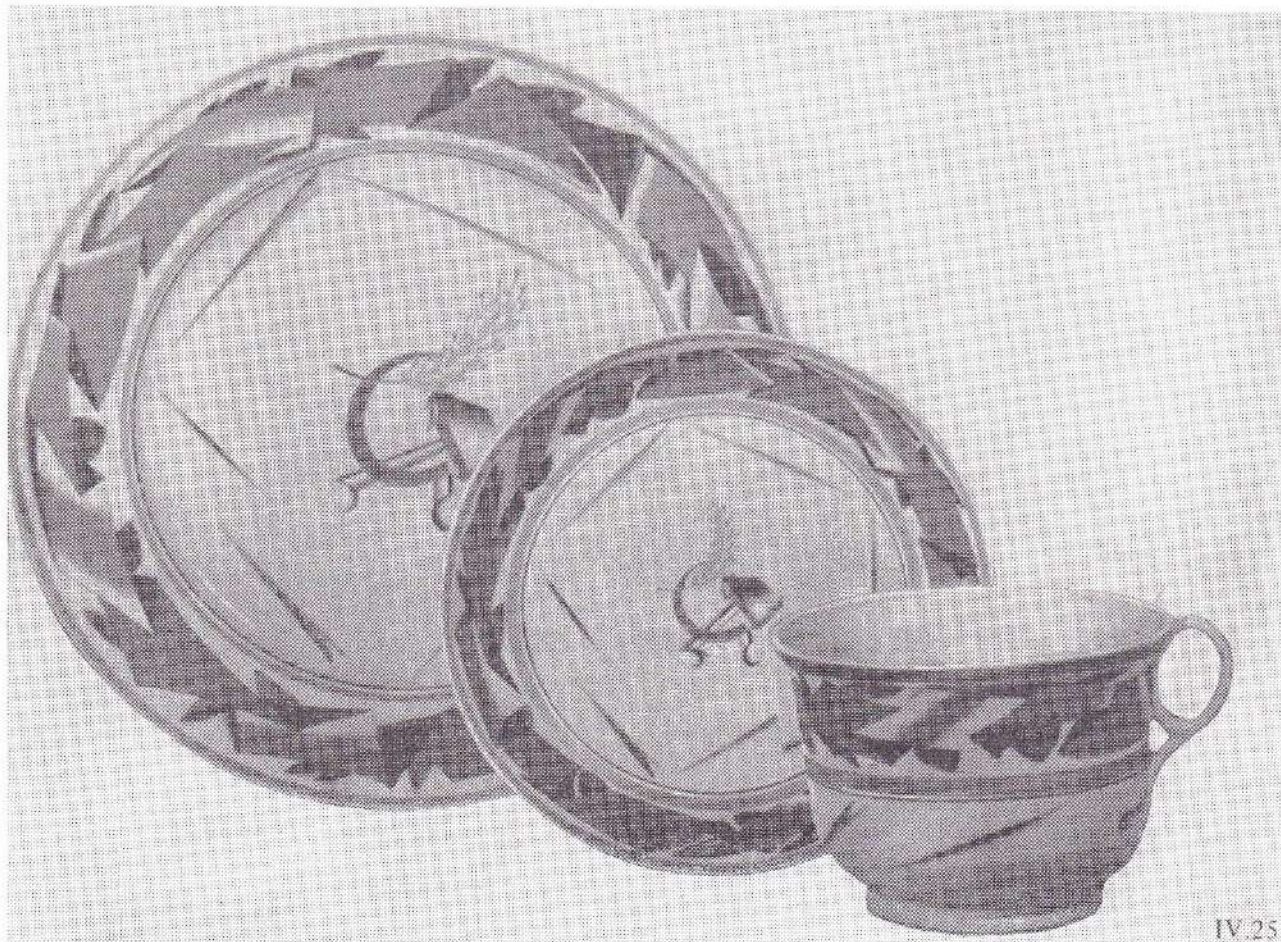
На изделиях Государственного фарфорового завода имени М. В. Ломоносова можно проследить напряженную ра-

IV.24. Сервиз «Три розы».
С. В. Чехонин, 1923 г.



IV.24

IV.25. Тарелка и чашка
«Красная лента».
С. В. Чехонин, 1919 г.



боту коллектива художников и мастеров советского фарфора над созданием тематических композиций начиная с 1918 г. до наших дней. Описание различных видов фарфора приведено с целью сообще-

ния данных по вопросу анализа аналогов и прототипов, с целью выяснения закономерностей формообразования промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности.

V

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ПРИВЕДЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ КЕРАМИЧЕСКИХ СОСУДОВ К ЗАДАННОЙ ЕМКОСТИ

V.1

Методика расчета

После изучения условий эксплуатации посуды (столовые общественного питания, жилая квартира, полевой стан, бортипитание на кораблях, бортипитание на самолетах и т. д.) и требований, диктуемых конкретным назначением предмета: емкостью рабочего объема; функциональным назначением; требованиями архитектурной среды (интерьера, в котором будет функционировать проектируемый предмет); стилистическими особенностями ансамбля предметов (сервиза), в состав которого входит проектируемый предмет; требований, предъявляемых специфическими свойствами материала, из которого предмет будет выполняться, особенностей технологического способа выполнения предмета; требований экономики — необходимо произвести расчет основных размеров композиции с тем, чтобы они соответствовали заданному объему, т. е. привести предварительное художественное решение композиции точно в заданный рабочий объем проектируемого изделия.

Условия производства и эксплуатации посуды предъявляют жесткие требования к композиции бытовой керамики в отношении строгого соблюдения рабочих объемов посуды, особенно посуды для сети общественного питания.

Так, при применении автоматов для разлива напитков (молока, кофе, какао, чая, соков и др.) емкость для жидкости должна точно соответствовать нормам разлива.

Увеличение рабочего объема емкости при автоматическом разливе жидкости вызовет впечатление «недолива» и, кроме того, требует неоправданного расхода глиномассы и глазури на единицу изделия; влечет за собой увеличение расхода материала на изготовление капселей увеличенного размера; увеличивает сушильные площади; сокращает производительность печей для обжига, так как на 1 м³ обжигательного канала печи будет приходиться меньшее количество изделий и т. д. При уменьшенном рабочем объеме автомат будет наливать через край, что также недопустимо.

Для того чтобы художник-керамист, проектирующий промышленные образцы художественного бытового фарфора, имел возможность соединять искусство с техникой и массовым производством, он должен принимать непосредственное участие не только в художественном проектировании, но и во всех этапах разработки изделия, т. е. участвовать в создании рабочих чертежей, моделей, форм, капов, шаблонов, приспособлений, копировальных устройств массового тиражирования живописного декора, опытных образцов, не допуская возможного искажения художественного замысла, заложенного им в композиции проекта при внесении возможных поправок, возникающих в процессе промышленного освоения выпуска изделий.

Чтобы справиться с этой задачей, художник-керамист должен знать метод художественного конструирования и, в том числе, расчетный метод приведения композиции сосудов к заданному рабочему объему; расчетный метод определения количества глиномассы и глазури, необходимых для изготовления его ком-

позиции; расчетный метод определения технологических усадок и других технологических факторов, влияющих на формообразование керамических изделий.

Рассмотрим каждый из перечисленных методов расчета в отдельности.

Методика расчета приведения композиции керамических сосудов к заданной емкости заключается в следующем:

1. Эскизную композицию расчлениают на ряд объемов.

2. Приняв один из размеров эскизной композиции за модуль, выражают конструктивные размеры композиции через этот модуль M .

3. Определяют объемы форм, составляющих эскизную композицию по размерам, выраженным через модуль M .

4. Приравнивают сумму объемов, выраженных через M , к заданному рабочему объему.

5. Определяют численную величину модуля M для заданного рабочего объема.

6. Рассчитывают конструктивные внутренние размеры композиции, обеспечивающие заданный рабочий объем, умножая размеры эскизной композиции, выраженные через M , на найденное значение модуля M .

Методика расчета количества глиномассы, необходимой для изготовления изделия:

1. Определяют объем массы черепка изделия, V_m , который складывается из объема массы корпуса изделия и объема массы приставных деталей. Объем массы корпуса изделия определяют как разность между внешним и внутренним объемами, а объем массы приставных деталей определяют по соответствующим формулам.

2. Определяют плотность черепка готового изделия, ρ_m .

3. Определяют вес глиномассы по формуле

$$Q_m = V_m \rho_m.$$

Методика расчета количества глазури, необходимой для покрытия изделия:

1. Определяют объем глазури, $V_{гл}$, он складывается из объема глазури, идущего на глазурование внешней и внутренней поверхностей изделия. Толщина слоя глазури — заданная величина для данного вида изделий. Отсюда общий объем глазури вычисляют по формуле

$$V_{гл} = (S_{внш} + S_{вн}) d_{гл},$$

где $S_{внш}$ — внешняя поверхность изделия, $см^2$; $S_{вн}$ — внутренняя поверхность изделия, $см^2$; $d_{гл}$ — толщина слоя глазури, $см$.

2. Определяют плотность глазури $\rho_{гл}$, $г/см^3$.

3. Определяют вес глазури по формуле

$$Q_{гл} = V_{гл} \rho_{гл} = (S_{внш} + S_{вн}) d_{гл} \rho_{гл}$$

Методика определения технологической усадки:

1. Определяют воздушную усадку глиномассы рабочей консистенции по формуле

$$y_v = \frac{l_n - l_v}{l_n} 100,$$

где l_n — начальные размеры изделия, выполненного из масс рабочей консистенции, $см$; l_v — размеры изделия после сушки, $см$.

2. Определяют огневою усадку глиномассы по формуле

$$y_o = \frac{l_v - l_k}{l_v} 100,$$

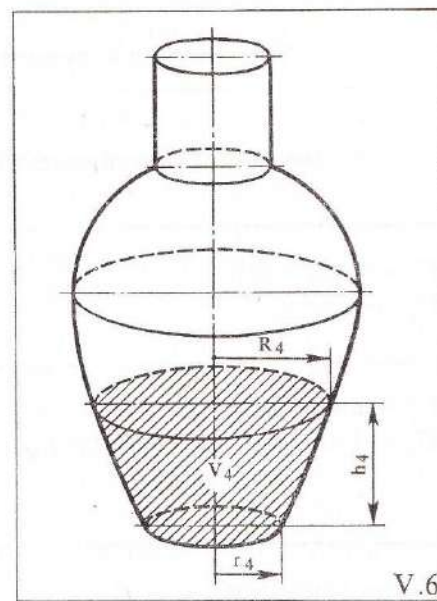
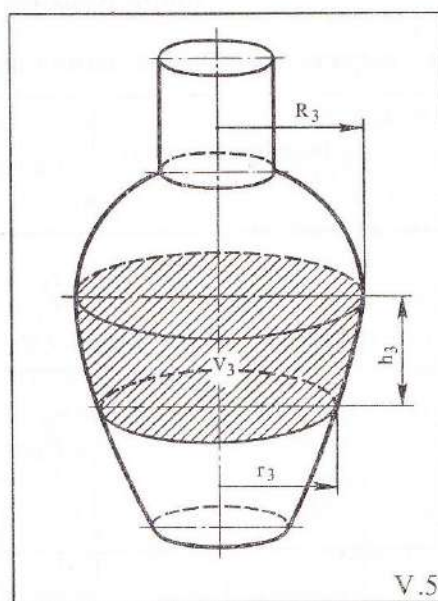
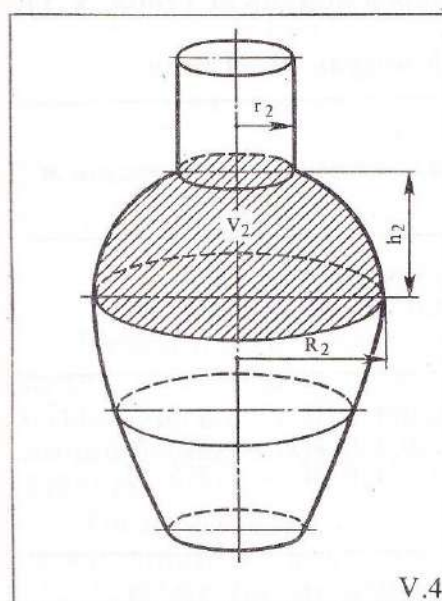
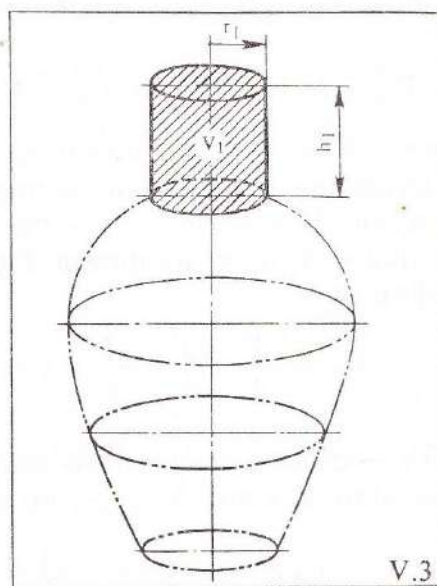
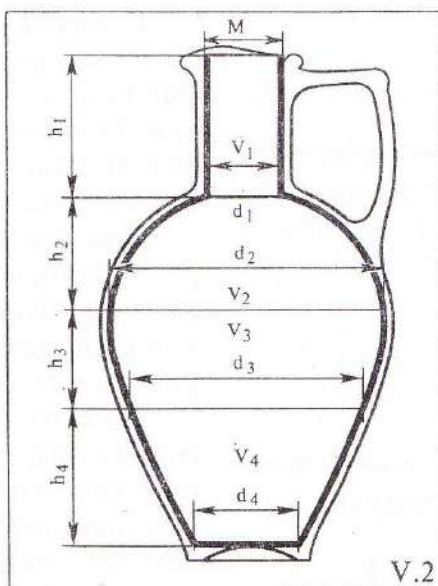
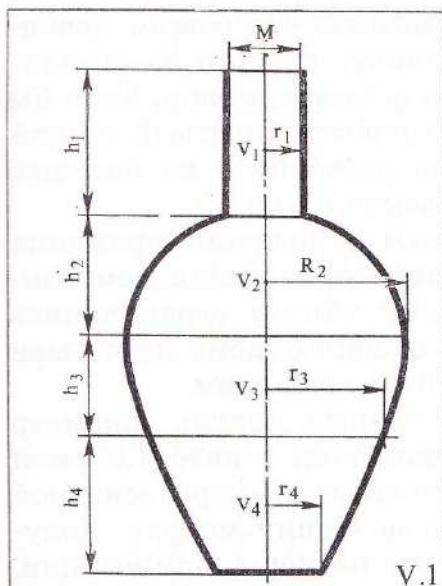
где l_v — размеры изделия после сушки, $см$; l_k — конечные размеры изделия после обжига (проектные размеры), $см$.

3. Определяют полную усадку глиномассы по формуле

$$y_{п} = \frac{l_n - l_k}{l_n} 100.$$

V.1. Композиционная схема кувшина
 V.2. Уточнение размеров и формы кувшина
 в соответствии с расчетом
 V.3. К расчету объема горловины
 кувшина

V.4. К расчету объема верхней части
 тулова кувшина
 V.5. К расчету объема средней части
 тулова кувшина
 V.6. К расчету объема нижней части
 тулова кувшина



Выше, при рассмотрении некоторых закономерностей формообразования бытовой керамики в зависимости от специфических свойств материала, в качестве примера приводился кувшин емкостью рабочего объема, равной 5 л.

Рассмотрим принципиальную сущность расчетного метода приведения композиции к размерам, обеспечивающим получение заданного рабочего объема керамического сосуда на примере того же кувшина.

На рис. V.1 и V.2 показана композиционная схема кувшина, его внутренний объем условно расчленяют на простые геометрические объемы.

В данном примере внутренний (рабочий) объем кувшина $V_{\text{общ}}$ расчленяют на четыре формы вращения

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 5000 \text{ см}^3,$$

где V_1 — объем цилиндра — горловину кувшина (рис. V.3) вычисляют по формуле $V_1 = \pi r_1^2 h_1$; V_2 — объем шарового слоя — тулово кувшина (рис. V.4) — по формуле

$$V_2 = \frac{1}{6} \pi h_2^3 + \frac{1}{2} \pi (r_2^2 + R_2^2) h_2;$$

V_3 — объем усеченного конуса — тулово кувшина (рис. V.5) — по формуле

$$V_3 = \frac{\pi h_3}{3} (R_3^2 + r_3^2 + R_3 r_3);$$

V_4 — объем усеченного конуса — тулово кувшина (рис. V.6) — по формуле

$$V_4 = \frac{\pi h_4}{3} (R_4^2 + r_4^2 + R_4 \cdot r_4).$$

Следует отметить, что совсем необязательно расчленять кувшин на указанное количество объемов, можно было бы для большей точности расчета общий объем кувшина расчленить на большее количество объемов.

Для простоты изложения принципа расчетного метода приведения композиции к заданному объему ограничились расчленением общего объема на четыре указанные формы вращения.

Приняв за единый модуль диаметр горловины, равный на эскизе 1,6 см и поделив все основные размеры эскизной композиции на величину модуля, получим все основные размеры композиции, выраженные через модуль M (табл. V.1).

V.1. Размеры кувшина, выраженные через единичный модуль $M=1,6$ см

Наименование частей изделия	Размеры по эскизу, см. рис. V.7.	Размеры, выраженные через модуль M
V_1 — цилиндр $V_1 = \pi r_1^2 h_1$	$r_1 = 0,8$ $h_1 = 30$ (рис. V.3)	$r_1 = 0,8/1,6 M = 0,5M$ $h_1 = 3,0/1,6 M = 1,875 M$
V_2 — шар—пояс $V_2 = 1/6\pi h_2^3 + 1/2\pi (r_2^2 + R_2^2) h_2$	$r_2 = 0,8$ $R_2 = 2,6$ $h_2 = 2,2$ (рис. V.4)	$r_2 = 0,8/1,6 M = 0,5 M$ $R_2 = 2,6/1,6 M = 1,625 M$ $h_2 = 2,2/1,6 M = 1,375 M$
V_3 — усеченный конус $V_3 = \frac{\pi h_3}{3} (R_3^2 + r_3^2 + R_3 r_3)$	$r_3 = 2,2$ $R_3 = 2,6$ $h_3 = 2,0$ (рис. V.5)	$r_3 = 2,2/1,6 M = 1,375 M$ $R_3 = 2,6/1,6 M = 1,625 M$ $h_3 = 2,0/1,6 M = 1,25 M$
V_4 — усеченный конус $V_4 = \frac{\pi h_4}{3} (R_4^2 + r_4^2 + R_4 r_4)$	$R_4 = 2,2$ $r_4 = 1,0$ $h_4 = 2,6$ (рис. V.6)	$R_4 = 2,2/1,6 M = 1,375 M$ $r_4 = 1,0/1,6 M = 0,625 M$ $h_4 = 2,6/1,6 M = 1,625 M$

Теперь объемы V_1, V_2, V_3, V_4 можно выразить через M :

$$V_1 = \pi r_1^2 h_1 = 3,14 \cdot 0,5^2 M^2 \cdot 1,875 M = 1,472 M^3;$$

$$V_2 = \frac{1}{6} \pi h_2^3 + \frac{1}{2} \pi (r_2^2 + R_2^2) h_2 = \frac{3,14 \cdot 1,375^3 M^3}{6} + \frac{3,14}{2} (0,5^2 M^2 + 1,625^2 M^2) 1,375 M = 1,36 M^3 + 6,24 M^3 = 7,6 M^3;$$

$$V_3 = \frac{\pi h_3}{3} (R_3^2 + r_3^2 + R_3 r_3) = \frac{3,14 \cdot 1,25 M}{3} (1,625^2 M^2 + 1,375^2 M^2 + 1,625 M \cdot 1,375 M) = 8,85 M^3;$$

$$V_4 = \frac{\pi h_4}{3} (R_4^2 + r_4^2 + R_4 r_4) = \frac{3,14 \cdot 1,625 M}{3} (1,375^2 M^2 + 0,625^2 M^2 + 1,375 \cdot 0,625 M^2) = 5,34 M^3.$$

Чтобы найти численное значение модуля, необходимо приравнять сумму объемов $V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ заданной величине общего объема, в данном случае 5000 см^3 .

Тогда формула $V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ примет вид $5000 = 1,472 M^3 + 7,6 M^3 + 8,85 M^3 = 5,34 M^3$ или $5000 = 23,262 M^3$, откуда

$$M = \sqrt[3]{\frac{5000}{23,262}} = \sqrt[3]{214,94} = 5,99 \text{ см.}$$

Подставив значение $M = 5,99 \text{ см}$ в выражения размеров, получим внутренние

размеры композиции, обеспечивающие заданный рабочий объем в 5000 см^3 .

$$r_1 = 0,5 M = 0,5 \cdot 5,99 = 2,995 \text{ см};$$

$$h_1 = 1,875 M = 1,875 \cdot 5,99 = 1123 \text{ см};$$

$$r_2 = 0,5 M = 0,5 \cdot 5,99 = 2,995 \text{ см};$$

$$R_2 = 1,625 M = 1,625 \cdot 5,99 = 9,73 \text{ см};$$

$$h_2 = 1,375 M = 1,375 \cdot 5,99 = 8,24 \text{ см};$$

$$R_3 = 1,625 M = 1,625 \cdot 5,99 = 9,73 \text{ см};$$

$$r_3 = 1,375 M = 1,375 \cdot 5,99 = 8,24 \text{ см};$$

$$h_3 = 1,25 M = 1,25 \cdot 5,99 = 7,50 \text{ см};$$

$$R_4 = 1,375 M = 1,375 \cdot 5,99 = 8,24 \text{ см};$$

$$r_4 = 0,625 M = 0,625 \cdot 5,99 = 3,74 \text{ см};$$

$$h_4 = 1,625 M = 1,625 \cdot 5,99 = 9,73 \text{ см};$$

$$h_{\text{общ}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 11,23 + 8,24 + 7,5 + 9,73 = 36,70 \text{ см.}$$

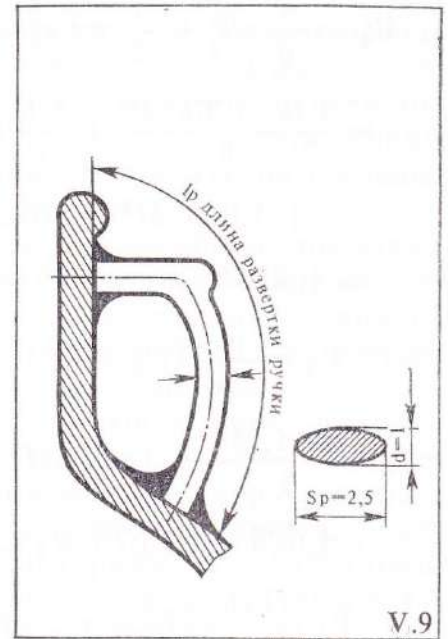
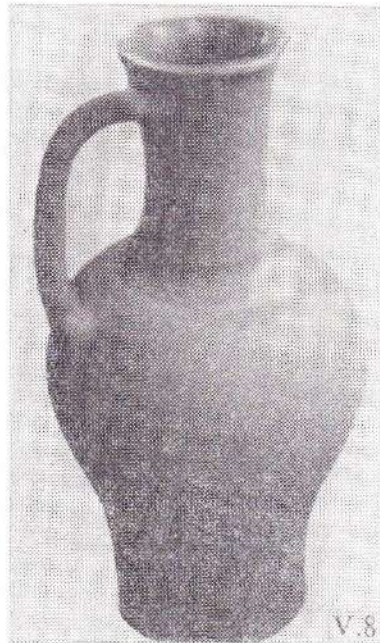
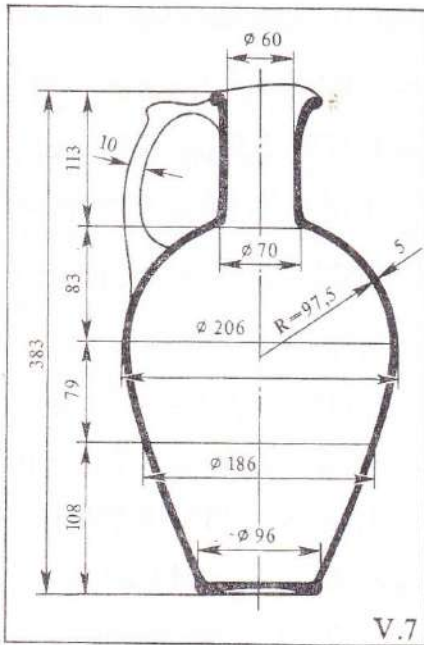
Размеры, полученные в результате конструктивных расчетов, позволяют вычертить по первоначальному эскизу композицию кувшина в точном соответствии с масштабом, определяющим заданный рабочий объем проектируемого изделия, не нарушая пропорций композиции, найденных в эскизном решении проекта. На рис. V.7 показан кувшин, вычерченный в соответствии с конструктивной схемой, требованиями специфических свойств материала и требованиями заданного рабочего (внутреннего) объема.

После точного построения и авторской прорисовки композиции уже в соответствии с рассчитанными размерами, определяющими заданный рабочий объем изделия, можно приступить к исполнению рабочего чертежа и к расчетам количества глиномассы и глазури, необходимого для изготовления проектируе-

V.7. Уточнение размеров кувшина после проведенных расчетов

V.8. Кувшин в материале, выполненный по расчетным размерам

V.9. К расчету объема ручки кувшина



мого изделия. На рис. V.8 показан кувшин, выполненный в материале.

Расчет веса глиномассы и глазури проектируемого кувшина объемом 5000 см^3 . Полный вес изделия складывается из веса массы и веса глазури

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{м}} + Q_{\text{гл}},$$

где $Q_{\text{полн}}$ — полный вес изделия г; $Q_{\text{м}}$ — вес глиномассы, г; $Q_{\text{гл}}$ — вес глазури, г.

Для определения веса глиномассы необходимо определить ее объем $V_{\text{м}}$ и умножить его на плотность $\rho_{\text{м}}$, равную для данного примера $1,9 \text{ г/см}^3$. Тогда $Q_{\text{м}} = V_{\text{м}} \rho_{\text{м}}$.

В свою очередь объем глиномассы вычисляют как разность между объемом, вычисленным по внешним размерам изделия $V_{\text{внш}}$, и внутренним объемом $V_{\text{вн}}$

$$V_{\text{м}} = V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}.$$

Если у проектируемого изделия предусматриваются приставные детали (в нашем примере ручка кувшина), то определяют и объем массы, необходимый для изготовления этих деталей. Тогда объем массы кувшина $V_{\text{м}}$ определяют по формуле

$$\begin{aligned} V_{\text{м}} &= V_{\text{м.т}} + V_{\text{м.р}} = \\ &= (V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}) + V_{\text{м.р}}, \end{aligned}$$

где $V_{\text{м}}$ — объем массы кувшина, см^3 ; $V_{\text{м.т}}$ — объем массы тулова, см^3 ; $V_{\text{м.р}}$ — объем массы ручки, см^3 .

Расчет ручки ведут по формуле определения объема параллелепипеда

$$V_{\text{м.р}} = l_{\text{р}} d_{\text{р}} S_{\text{р}},$$

где $l_{\text{р}}$ — длина ручки, см; $d_{\text{р}}$ — толщина ручки (средний размер), см; $S_{\text{р}}$ — ширина ручки (средний размер), см.

Подставив значение V_M и ρ_M в формулу $Q_M = V_M \rho_M$, получим

$$Q_M = [(V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}) + l_p d_p S_p] \rho_M.$$

Вес глазури определяют по формуле

$$Q_{\text{гл}} = S_{\text{общ}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}}.$$

где S — площадь, покрываемая глазурью, см^2 ; $d_{\text{гл}}$ — толщина слоя глазури (в нашем примере 0,01), см ; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, $\text{г}/\text{см}^3$.

Если изделие глазуруется внутри и снаружи, то площадь, покрываемую глазурью, определяют по формуле

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{вн}} + S_{\text{внш}} + S_{\text{пр.ч}}.$$

Подставив значение $S_{\text{общ}}$ в формулу $Q_{\text{гл}} = S_{\text{общ}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}}$, получим

$$Q_{\text{гл}} = (S_{\text{вн}} + S_{\text{внш}} + S_p) d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}}.$$

Используя значения Q_M и $Q_{\text{гл}}$, преобразуем формулу и получим

$$Q_{\text{полн}} = [(V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}) l_p d_p S_p] \rho_M + (S_{\text{вн}} + S_{\text{внш}} + S_p) d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}}.$$

Пример расчета количества глиномассы и глазури, необходимого, для изготовления кувшина емкостью 5000 см^3 . Расчет ведут по формуле

$$Q = [(V_{\text{т.внш}} - V_{\text{т.вн}}) + l_{\text{р.внш}} d_{\text{р.внш}} S_{\text{р.внш}}] \rho_M + (S_{\text{т.внш}} + S_{\text{т.вн}} + S_{\text{р.внш}}) d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}},$$

где Q — полный вес кувшина, г ; $V_{\text{т.внш}}$ — внешний объем тулова кувшина, см^3 ; $V_{\text{т.вн}}$ — внутренний объем тулова кувшина, см^3 ; l_p — длина ручки кувшина, см ; d_p — толщина ручки кувшина, см ; S_p — ширина ручки кувшина, см ; ρ_M — плотность глиномассы, $\text{г}/\text{см}^3$; $S_{\text{т.внш}}$ — внешняя поверхность тулова кувшина, см^2 ; $S_{\text{т.вн}}$ — внутренняя поверхность тулова кувшина, см^2 ; $S_{\text{р.внш}}$ — поверхность ручки кувшина, см^2 ; $d_{\text{гл}}$ — тол-

щина слоя глазури, см ; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, $\text{г}/\text{см}^3$.

Выше были определены внутренние размеры кувшина емкостью 5000 см^3 , а для расчетов количества глиномассы и глазури необходимо определить также и внешние размеры кувшина исходя из заданной толщины стенок (черепка), принятой в данном случае равной 0,5 см . Результаты определения внешних размеров даны в табл. V. 2.

Внешний объем кувшина вычисляют по формуле

$$\begin{aligned} V_{\text{внш}} &= V_{1 \text{ внш}} + V_{2 \text{ внш}} + V_{3 \text{ внш}} + \\ &+ V_{4 \text{ внш}} = \pi r_{1 \text{ внш}}^2 h_{1 \text{ внш}} + \frac{1}{6} \pi h_{2 \text{ внш}}^3 + \\ &+ \frac{1}{2} \pi (r_{2 \text{ внш}}^2 + R_{2 \text{ внш}}^2) h_{2 \text{ внш}} + \\ &+ \frac{\pi h_{3 \text{ внш}}}{3} (R_{3 \text{ внш}}^2 + r_{3 \text{ внш}}^2 + \\ &+ R_{3 \text{ внш}} r_{3 \text{ внш}}) + \frac{\pi h_{4 \text{ внш}}}{3} (R_{4 \text{ внш}}^2 + \\ &+ r_{4 \text{ внш}}^2 + R_{4 \text{ внш}} \cdot r_{4 \text{ внш}}) = \\ &= 3,14 \cdot 3,5^2 \cdot 11,30 + \\ &+ \frac{3,14 \cdot 8,30^3}{6} + \frac{3,14}{2} (3,5^2 + \\ &+ 10,30^2) 8,30 + \\ &+ \frac{3,14 \cdot 7,5}{3} (10,3^2 + 8,80 + 10,3 \cdot 8,8) + \\ &+ \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 80}{3} (8,80^2 + 4,30^2 + 8,8 \cdot 4,3) = \\ &= 434,654 + 299,2352 + 1542,088 + \\ &+ 2152,234 + 1512,136 = 5940,347 \text{ см}^3 \approx \\ &\approx 5940,35 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Внутренний объем кувшина $V_{\text{вн}}$ составляет 5000 см^3 . Объем массы ручки $V_{\text{м.р}}$ определяют по формуле $V_{\text{м.р}} = l_p \times$

V.2. Внутренние и внешние размеры кувшина емкостью 5 л

Внутренние размеры, см			Внешние размеры, см		
$V_{1ВН}$	$r_{1ВН}$ $h_{1ВН}$	2,99≈3 11,24	$V_{1ВНШ}$	$r_{1ВНШ}$ $h_{1ВНШ}$	3,49≈3,5 11,3
$V_{2ВН}$	$r_{2ВН}$ $R_{2ВН}$ $h_{2ВН}$	2,99≈3,0 9,73 8,24	$V_{2ВНШ}$	$r_{2ВНШ}$ $R_{2ВНШ}$ $h_{2ВНШ}$	3,50 10,3 8,3
$V_{3ВН}$	$r_{3ВН}$ $R_{3ВН}$ $h_{3ВН}$	8,24 9,73 7,50	$V_{3ВНШ}$	$r_{3ВНШ}$ $R_{3ВНШ}$ $l_{3ВНШ}$ $h_{3ВНШ}$	8,8 10,30 7,9 7,5
$V_{4ВН}$	$r_{4ВН}$ $R_{4ВН}$ $h_{4ВН}$	3,74 8,24 9,73	$V_{4ВНШ}$	$r_{4ВНШ}$ $R_{4ВНШ}$ $h_{4ВНШ}$	4,30 8,80 9,8+1,0= =10,8 толщ. на дне
Ручка			$l_{р.ВНШ}=14,5$ $d_{р.ВНШ}=1$ $S_{р.ВНШ}=2,5$		

$\times d_p S_p$, где l_p — длина ручки, равная 14,5 см; d_p — толщина ручки, равная 1,0 см, и S_p — ширина ручки, равная 2,5 см (рис. V.9), тогда $V_{м.р} = 14,5 \cdot 1 \cdot 2,5 = 36,25 \text{ см}^3$.

Внешнюю и внутреннюю поверхности кувшина, покрываемые глазурью, определяют по формулам, см²:

$$\begin{aligned}
 S_{ВНШ} &= S_{1ВНШ} + S_{2ВНШ} + S_{3ВНШ} + \\
 &+ S_{4ВНШ} + S_{д.ВНШ} + S_{р.ВНШ} = \\
 &= 2\pi r_{1ВНШ} h_{1ВНШ} + 2\pi R_{ш.ВНШ} h_{2ВНШ} + \\
 &+ \pi (r_{3ВНШ} + R_{3ВНШ}) l_{3ВНШ} + \\
 &+ \pi (R_{4ВНШ} + r_{4ВНШ}) l_{4ВНШ} + \pi^2 r_{4ВНШ}^2 + \\
 &+ 2(S_{р.ВНШ} + d_{р.ВНШ}) l_{р.ВНШ} = \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 11,3 + 2 \cdot 3,14 \cdot 10,3 \cdot 8,3 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 3,14 (8,8 + 10,3) \cdot 7,9 + \\
 &+ 3,14 (8,8 + 4,3) \cdot 12,4 + 3,14 \cdot 4,3^2 + \\
 &+ 2(2,5 + 1) \cdot 14,5 = 248,37 + \\
 &+ 536,88 + 473,79 + 510,06 + 58,06 + \\
 &+ 101,50 = 1928,66 \text{ см}^2;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{ВН} &= S_{1ВН} + S_{2ВН} + S_{3ВН} + S_{4ВН} + \\
 &+ S_{д.ВН} = 2\pi r_{1ВН} \times h_{1ВН} + 2\pi R_{ш.ВН} h_{2ВН} + \\
 &+ \pi (r_{3ВН} + R_{3ВН}) l_{3ВН} + \\
 &+ \pi (R_{4ВН} + r_{4ВН}) l_{4ВН} + \pi r_{4ВН}^2 = \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 11,23 + \\
 &+ 2 \cdot 3,14 \cdot 9,75 \cdot 8,24 + \\
 &+ 3,14 (8,24 + 9,75) \cdot 7,9 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 3,14(8,24 + 3,74) \cdot 12,4 - 3,14 \cdot 3,74^2 = \\
 &= 211,57 + 504,53 + 446,26 + \\
 &+ 466,45 + 43,92 = 1672,73 \text{ см}^2.
 \end{aligned}$$

Подставляем найденные значения: $V_{\text{внш}} = 5940,35 \text{ см}^3$, $V_{\text{вн}} = 5000 \text{ см}^3$, $V_{\text{р}} = 36,25 \text{ см}^3$, $S_{\text{т.внш}} + S_{\text{р.внш}} = 1928,66 \text{ см}^2$, $S_{\text{вн}} = 1672,73 \text{ см}^2$ и значения $\rho_{\text{м}} = 1,9 \text{ г/см}^3$, $d_{\text{гл}} = 0,01 \text{ см}$, $\rho_{\text{гл}} = 3,0 \text{ г/см}^2$ в формулу полного веса изделия, получаем

$$\begin{aligned}
 Q &= [(V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}) + V_{\text{м.р}}] \rho_{\text{м}} + \\
 &+ (S_{\text{внш}} + S_{\text{вн}} + S_{\text{р}}) d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}} = \\
 &= [(5940,35 - 5000) + 36,25] \times 1,9 + \\
 &+ (1928,66 + 1672,73) \cdot 0,01 \times \\
 &\times 3,0 = 1855,54 + 108,04 = \\
 &= 1963,58 \approx 1964;
 \end{aligned}$$

вес глиномассы — 1856 г, глазури — 108 г.

V.2

Разработка предварительного эскизного проекта комплекта посуды и отдельных предметов из фарфора и фаянса

На основе обобщения полученных данных можно приступить к разработке эскизных проектов предметов, входящих в кофейный и чайный наборы фарфоровой посуды для кафе и чайной самообслуживания.

Нами не рассматриваются рабочие объемы многочисленных предметов из фарфора и фаянса, употребляемых в жилой квартире, так как в быту к этим предметам не предъявляют жесткие требования в отношении заданного объема, тогда как в сети общественного питания с требованиями точных дозировок нельзя не считаться.

Следует отметить, что в результате проводимых изысканий может быть предложено и разработано бесчисленное количество форм, одинаково полно отвечающих комплексу вышеприведенных требований. Приводимые нами в качестве примеров для конструктивных расчетов предметы, входящие в комплекты кофейного и чайного наборов фарфоровой посуды для кафе и чайной самообслуживания, далеко не исчерпывают возможных решений и отнюдь не претендуют на роль обязательного эталона, так как даже при оптимальном решении конструкции каждого из предметов, входящих в набор, форма фарфоровой посуды может быть разнообразной.

Если, например, будет получено задание на разработку комплекта посуды для кафе или чайной самообслуживания, то прежде всего необходимо определить: состав комплекта посуды для обслуживания посетителей данного предприятия общественного питания; прямые функции и рабочие объемы каждого из предметов посуды, входящих в комплект; установить особенности функционального процесса, осуществляемого в данном предприятии общественного питания.

Рацион питания в кафе самообслуживания включает: черный кофе, кофе с молоком или сливками, хлебобулочные и кондитерские изделия (городская булка или сдоба, пирожное и др.), сахар, расфасованный быстрорастворимый кофе.

Тогда комплект посуды будет состоять из следующих предметов: **Чашка для черного кофе.** Рабочий объем ее должен быть равен 50 см^3 , а общая емкость — 75 см^3 , так как должен быть дан дополнительный объем, если к черному кофе подается лимон или сливки. **Чашка для кофе с молоком,** объем которой в соответствии с рационом, принятым в сети общественного питания, должен быть равным 200 см^3 . **Молочник.**

Рабочий объем в соответствии с объемом двух чашек кофе с молоком должен быть равным 200 см^3 . **Сливочник.** Рабочий объем сливочника для двух чашек кофе со сливками должен быть равным 100 см^3 . **Сахарница.** Рабочий объем должен соответствовать объему 4 кусков сахара. **Кофейник.** Рабочий объем кофейника должен быть согласован с тремя предусмотренными рационами: черный кофе, черный кофе с лимоном, кофе с молоком или сливками.

О согласовании размеров проектируемой посуды с объемами блюд, входящих в рацион питания, уже говорилось.

Объем кофейника $V_{1к}$ в случае, когда кофе с молоком уже приготовлен, должен вмещать объем двух чашек $V_{1к} = 200 + 200 = 400 \text{ см}^3$.

Если в кофейнике будет завариваться растворимый кофе самим посетителем, а молоко будет подаваться отдельно, то в этом случае объем кофейника мог бы быть: $V_{к} = V_{1к} - V_{м} = 400 - 200 = 200 \text{ см}^3$.

Если в кофейнике будет завариваться кофе самим посетителем, а сливки будут подаваться отдельно, тогда объем кофейника мог бы быть $V_{к} = V_{1к} - V_{с} = 400 - 100 = 300 \text{ см}^3$.

Очевидно, кофейник следует проектировать по наибольшему объему, т. е.

$$V_{1к} = 400 \text{ см}^3 + 100 \text{ см}^3 \text{ (на осадок)} = 500 \text{ см}^3.$$

Тогда емкости предметов, входящих в кофейный набор, составят:

а. Для кофе с молоком или сливками: кофейник емкостью 500 см^3 , чашка — 200 см^3 , сахарница — 40 см^3 , молочник — 200 см^3 , сливочник — 100 см^3 , блюдце под чашку диаметром 9 см.

б. Для черного кофе с лимоном: кофейник емкостью 500 см^3 , чашка малая — $75,0 \text{ см}^3$, сахарница — 40 см^3 , блюдце под чашку диаметром 9 см, блюдце под лимон — 9 см.

Рацион питания в чайной самообслуживания включает в себя: чай, чай с лимоном, чай со сливками, чай с молоком, чай с вареньем и т. д.; хлебобулочные и кондитерские изделия: баранки, сухари, печенье, пряники, булки, пирожное, пирожки, сдобы, ватрушки и т. д.; сахар, варенье, конфеты, мед; сухой чай в упаковке; горячие закуски: сосиски, котлеты и т. д.

Тогда комплект посуды для чайной самообслуживания для 4 человек будет состоять из следующих предметов: большой чайник для кипятка емкостью 2000 см^3 , чайник «заварной» средней емкостью 500 см^3 , сахарница емкостью 50 см^3 , вазочка для варенья емкостью 50 см^3 , сахарница для хлебобулочных изделий диаметром 250 мм, чашки 4 шт., каждая емкостью по 200 см^3 , блюдца под чашки диаметром до 100 мм 4 шт., горшочек для меда емкостью 100 см^3 , тарелки для горячих закусок диаметром 200 мм 4 шт.

Комплект посуды для чайной самообслуживания для одного человека будет состоять из следующих предметов: чайник «заварной» средней емкостью 500 см^3 используется в данном случае для кипятка как доливной, чайник «заварной» малый емкостью 250 см^3 , чашка емкостью 200 см^3 , блюдце под чашку диаметром до 100 мм, пирожковая тарелка диаметром 220 мм, тарелка для горячих закусок диаметром 200 мм.

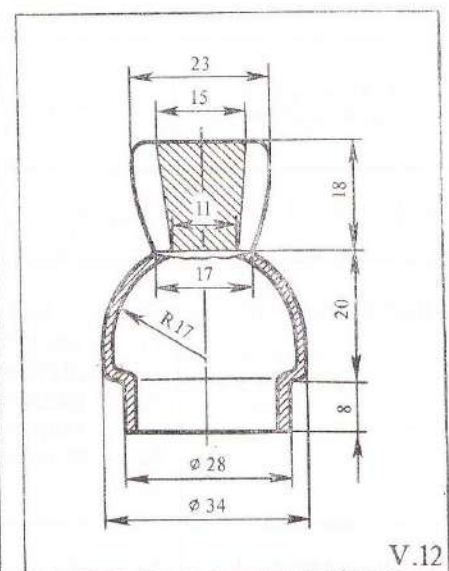
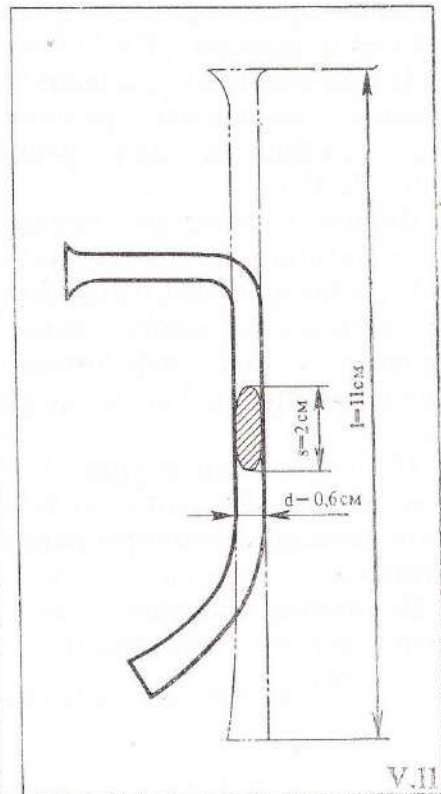
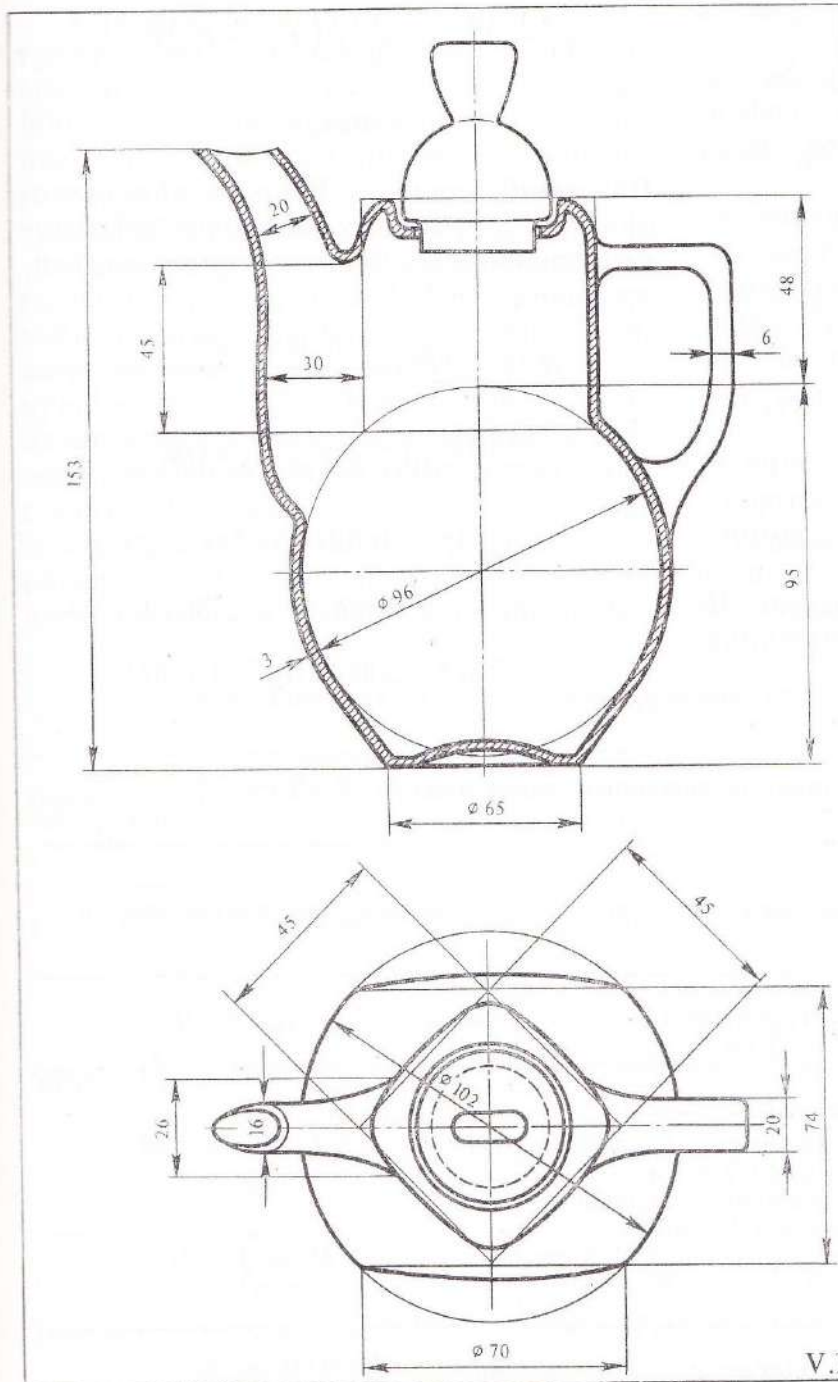
Из перечисленных предметов, входящих в состав кофейного и чайного комплектов посуды для сети общественного питания, приведем расчеты четырех предметов:

Кофейника (сочетание шарового слоя, куба и параллелепипеда); чашки (сочетание усеченной пирамиды и цилиндра); чайника (сочетание шарового слоя и усеченного конуса); глубокой тарелки диаметром 240 мм (сочетание усеченного конуса и шарового слоя).

V.10. Первоначальный эскиз
кофейника

V.11. Продольный разрез ручки
кофейника

V.12. Разрез крышки кофейника



Таким образом, будут рассмотрены наиболее часто употребляемые геометрические тела, из которых komponуются различные формы посуды.

Пример расчета кофейника заданной емкости 500 см³. Емкость кофейника должна обеспечивать объем, равный 500 см³ жидкости ($V=500$ см³).

Из нескольких первоначальных вариантов эскизного решения кофейника выбирают для расчетов один (рис. V. 10).

Форма кофейника представляет собой сочетание трех объемов: объема куба V_{Γ} , образующего горловину кофейника; объема шарового слоя V_{τ} , образующего тулово кофейника и объема параллелепипеда V_{Π} , образующего носик.

По этому эскизу (рис. V.10) определяем модуль M , относительно которого вычисляем все основные размеры композиции.

В нашем примере за модуль M взята высота горловины кофейника ($M=3$ см).

Результаты обмера эскизной композиции сведены в табл. V. 3.

Тогда объем кофейника определяют по формуле

$$V = V_{\Gamma} + V_{\tau} + V_{\Pi} = a_{\Gamma}b_{\Gamma}c_{\Gamma} + \\ + \frac{1}{6} \pi h_{\tau}^3 + \frac{1}{2} \pi (r_{\tau_1}^2 + r_{\tau_2}^2) h_{\tau} + \\ + a_{\Pi}b_{\Pi}h_{\Pi}.$$

Подставив значение $V=500$ см³ и значения конструктивных размеров кофейника, выраженных через значение модуля, получаем

$$500 = M^3 + \frac{3,14 \cdot 1,5^3 M^3}{6} + \\ + \frac{3,14}{2} (0,7^2 M^2 + 0,7^2 M^2) \times \\ \times 1,5M + 0,6M \cdot 0,5M \cdot M; \\ 500 = M^3 + 1,7662M^3 + 2,3079M^3 + \\ + 0,3M^3 \quad 500 = 5,37415 M^3,$$

V.3. Размеры кофейника, выраженные через модуль $M=3$ см

Наименование частей изделия	Размеры на эскизе, рис. V.10	Размеры, выраженные через M
Куб V_{Γ}	$a_{\Gamma p}; b_{\Gamma p}; c_{\Gamma p}$ — грани куба $a_{\Gamma} = b_{\Gamma} = c_{\Gamma} = 3$ см	$a_{\Gamma p} = b_{\Gamma p} = c_{\Gamma p} = M$
Шаровой пояс V_{τ}	$R_{\tau, ш}$ — радиус шара 3 см $r_{1\tau}$ — радиус верхнего основания шарового слоя 2,1 см $r_{2\tau}$ — радиус нижнего основания шарового слоя 2,1 см h_{τ} — высота шарового слоя 4,5 см	$R_{\tau, ш} = M$ $r_{1\tau} = r_{2\tau} = 2,1/3M = 0,7 M$ $h_{\tau} = 4,5/3 M = 1,5 M$
Параллелепипед V_{Π}	h_{Π} — высота параллелепипеда 3,0 см a_{Π} — ширина 1,8 см b_{Π} — толщина 1,5 см	$h_{\Pi} = 3,0/3,0 M = M$ $a_{\Pi} = 1,8/3,0 M = 0,6 M$ $b_{\Pi} = 1,5/3,0 M = 0,5 M$

определяют значения модуля M :

$$M = \sqrt[3]{\frac{500}{537415}}; \quad M = \sqrt[3]{93,038}$$

$$M = 4,53 \text{ см.}$$

Находят значения внешних и внутренних размеров кофейника, обеспечивающих заданный объем, равный 500 см^3 , для чего подставляют значение M в табл. V.3. Толщина фарфорового черепка принята равной $0,3 \text{ см}$. Результаты расчетов сведены в табл. V.4.

Получив расчетным путем истинные величины размеров кофейника, обеспечивающих его заданный рабочий объем, вычерчивают композицию в натуральную величину. По вычерченной схеме автор прорисовывает композицию с учетом специфики тонкокерамических масс, с учетом толщины стенок и способа формования изделия. После авторской прорисовки композиции целесообразно провести проверочный расчет рабочего объ-

ема сосуда, чтобы выяснить, как повлияли внесенные автором поправки размеров при прорисовке на сохранение заданного рабочего объема.

Проверочный расчет рабочего объема кофейника ведут по формуле

$$\begin{aligned} V_{\text{вн}} &= V_{\text{г. вн}} + V_{\text{т. вн}} + V_{\text{н. вн}} = \\ &= a_{\text{г. вн}}^3 + 1/6\pi h_{\text{т. вн}}^3 + 1/2\pi (r_{\text{т1, вн}}^2 + \\ &+ r_{\text{т2, вн}}^2) h_{\text{т. вн}} + a_{\text{н. вн}} b_{\text{н. вн}} h_{\text{н. вн}} = \\ &= 4,5^3 + \frac{3,14 \cdot 6,8^3}{6} = \\ &= \frac{3,14 (3,2^2 + 3,2^2 \cdot 6,8)}{2} = 2,7 \cdot 2,3 \cdot 4,5 + \\ &+ 91,125 + 164,55 + 218,64 + 27,95 = \\ &= 502,27 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Проверочный расчет показал, что окончательная авторская прорисовка композиции кофейника не внесла боль-

V.4. Внешние и внутренние размеры кофейника емкостью 500 см^3

Наименование частей изделия	Внутренние размеры, см	Внешние размеры, см
Горло $V_{\text{г}}$	$a_{\text{г. вн}} = M = 4,53 \text{ см} \approx 4,5 \text{ см}$	$a_{\text{г. внш}} = 4,5 + 0,3 = 4,8 \text{ см}$
Тулово $V_{\text{т}}$	$R_{\text{тш, вн}} = M = 4,53$ $r_{\text{т1, вн}} = r_{\text{т2, вн}} = 0,7 M = 0,7 \cdot 4,53 = 3,17 \approx 3,2 \text{ см}$ $h_{\text{т. вн}} = 1,5 M = 1,5 \cdot 4,53 = 6,795 \approx 6,8 \text{ см}$	$R_{\text{тш, внш}} = 4,5 + 0,3 = 4,8 \text{ см}$ $r_{\text{т1, внш}} = r_{\text{т2, внш}} = 3,2 + 0,3 = 3,5 \text{ см}$ $h_{\text{т. внш}} = 6,8 + 0,3 + 0,3 = 7,4 \text{ см}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">толщина двух стенок</div>
Носик $V_{\text{н}}$	$h_{\text{н. вн}} = M = 4,53 \text{ см} \approx 4,5 \text{ см}$ $a_{\text{н. вн}} = 0,6 M = 0,6 \cdot 4,53 = 2,72 \approx 2,7 \text{ см}$ $b_{\text{н. вн}} = 0,5 M = 0,5 \cdot 4,53 = 2,27 \approx 2,3$	$h_{\text{н. внш}} = 4,5 \text{ см}$ $a_{\text{н. внш}} = 2,7 + 0,3 = 3,00 \text{ см}$ $b_{\text{н. внш}} = 2,3 + 0,3 = 2,6 \text{ см}$

ших изменений в заданный объем. Величина $2,27 \text{ см}^3$ к общему рабочему объему 500 см^3 является для керамической посуды вполне допустимой, она составляет менее 1% к общему объему. Теперь, когда конструкция и форма кофейника проверены в отношении заданного объема, приступают к расчетам количества фарфоровой массы, необходимой для изготовления проектируемой композиции.

Расчет веса фарфоровой массы кофейника емкостью 500 см^3 проводят по методике, рассмотренной выше по формуле

$$Q_M = V_M \rho_M,$$

где V_M — объем глиномассы, затраченной на изготовление кофейника, см^3 ; Q_M — плотность фарфоровой массы, $2,4 \text{ г/см}^3$.

Объем глиномассы, идущей на изготовление кофейника, определяют

$$V_M = V_{M.Г} + V_{M.Т} + V_{M.Н} + V_{M.Р} + V_{M.КР},$$

где $V_{M.Г}$ — объем массы горловины кофейника; $V_{M.Т}$ — объем массы тулова; $V_{M.Н}$ — объем массы носика; $V_{M.Р}$ — объем массы ручки; $V_{M.КР}$ — объем массы крышки.

Далее вычисляют объемы глиномассы отдельных частей кофейника:

$$V_{M.Г} = V_{Г.ВНШ} - V_{Г.ВН} = a_{Г.ВНШ}^3 -$$

$$- a_{Г.ВН}^3 = 4,8^3 - 4,5^3 = 110,592 -$$

$$- 91,125 = 19,467 \text{ см}^3 \approx 19,5 \text{ см}^3;$$

$$V_{M.Т} = V_{Т.ВНШ} - V_{Т.ВН} = 1/6 \pi h_{Т.ВНШ}^3 +$$

$$+ \pi/2 (r_{Т_1.ВНШ}^2 + r_{Т_2.ВНШ}^2) h_{Т.ВНШ} -$$

$$- 1/6 \pi h_{Т.ВН}^3 - \pi/2 (r_{Т_1.ВН}^2 + r_{Т_2.ВН}^2) h_{Т.ВН} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 7,4^3}{6} + \frac{3,14 (3,5^2 + 3,5^2) 7,4}{2} -$$

$$- \frac{3,14 \cdot 6,8^3}{6} - \frac{3,14 (3,2 + 3,2^2) 6,8}{2} =$$

$$= 212,07 + 284,64 - 164,55 - 218,64 =$$

$$= 113,52 \text{ см}^3;$$

$$V_{M.Н} = V_{Н.ВНШ} - V_{Н.ВН} =$$

$$= a_{Н.ВНШ} b_{Н.ВНШ} h_{Н.ВНШ} -$$

$$- a_{Н.ВН} b_{Н.ВН} h_{Н.ВН} = 3 \cdot 2,6 \cdot 4,5 -$$

$$- 2,7 \cdot 2,3 \cdot 4,5 = 35,1 - 27,95 =$$

$$= 7,15 \text{ см}^3.$$

Объем массы ручки $V_{M.Р}$ определяют как объем сплошного параллелепипеда. Длина ручки l_p определяется по конструктивному чертежу (рис. V.11) и равна 11 см, ширина $S_p = 2$ см и толщина $d_p = 0,6$ см. Следовательно, $V_{M.Р} = S_p d_p l_p = 2 \cdot 0,6 \cdot 11 = 13,2 \text{ см}^3$.

Объем крышки $V_{M.КР}$ (рис. V.12) определяют по формуле

$$V_{M.КР} = V_1 + V_2 + V_3,$$

где V_1 — объем массы ободка крышки; V_2 — объем массы средней части крышки; V_3 — объем массы хватка.

Объем глиномассы V_1 вычисляют по формуле цилиндрического кольца

$$V_1 = V_{1.ВНШ} - V_{1.ВН} = \pi r_{1.ВНШ}^2 h_{1.ВНШ} -$$

$$- \pi r_{1.ВН}^2 h_{1.ВН} = \pi h_{1.ВНШ} (r_{1.ВНШ}^2 - r_{1.ВН}^2),$$

где $r_{1.ВНШ}$ — внешний радиус ободка крышки равен 1,4 см; $r_{1.ВН}$ — внутренний радиус ободка равен 1,1 см; $h_{1.ВНШ} = h_{1.ВН}$ — высота ободка равна 0,8 см, тогда $V_1 = 3,14 \cdot 0,8 (1,4^2 - 1,1^2) = 1,884 \text{ см}^3 \approx 1,9 \text{ см}^3$.

Объем глиномассы V_2 вычисляют по формуле шарового сегмента

$$V_2 = V_{2.ВНШ} - V_{2.ВН} =$$

$$= \frac{\pi h_{2.ВНШ}}{6} (h_{2.ВНШ}^2 + 3r_{2.ВНШ}^2) -$$

$$- \frac{\pi h_{2.ВН}}{6} (h_{2.ВН}^2 + 3r_{2.ВН}^2),$$

где $h_{2\text{внш}}$ — внешняя высота шарового сегмента, равная 2,1 см; $r_{2\text{внш}}$ — внешний радиус основания шарового сегмента, равный 1,7 см; $h_{2\text{вн}}$ — внутренняя высота шарового сегмента, равная 1,8 см; $r_{2\text{вн}}$ — внутренний радиус основания шарового сегмента, равный 1,4 см³. Тогда

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 2,1 (2,1^2 + 3 \cdot 1,7^2)}{6} - \frac{3,14 \cdot 1,8 (1,8^2 + 3 \cdot 1,4^2)}{6} =$$

$$= 14,375 - 8,591 = 5,784 \approx 6 \text{ см}^3.$$

Объем глиномассы V_3 хватка вычисляют по формуле усеченной пирамиды

$$V_3 = V_{3\text{внш}} - V_{3\text{вн}} = 1/3 (S_{1\text{внш}} + \sqrt{S_{1\text{внш}} S_{2\text{внш}} + S_{2\text{внш}}) h_{3\text{внш}} - 1/3 (S_{1\text{вн}} + \sqrt{S_{1\text{вн}} S_{2\text{вн}} + S_{2\text{вн}}) h_{3\text{вн}},$$

где $S_{1\text{внш}}$ — площадь нижнего основания хватка, определяемая по внешним размерам (см. V. 11) по формуле

$$S_{1\text{внш}} = a_{1\text{внш}} b_{1\text{внш}} = 1,7 \cdot 1,1 = 1,87 \text{ см}^2;$$

$S_{2\text{внш}}$ — площадь верхнего основания хватка, определяемая по внешним размерам по формуле

$$S_{2\text{внш}} = a_{2\text{внш}} b_{2\text{внш}} = 2,3 \cdot 1,5 = 3,45 \text{ см}^2;$$

$h_{3\text{внш}}$ — внешняя высота хватка, равная 1,8 см; $h_{3\text{вн}}$ — внутренняя высота хватка, равная 1,5 см; $S_{1\text{вн}}$ — площадь нижнего основания хватка, определяемая по внутренним размерам (см. рис. V. 11) по формуле

$$S_{1\text{вн}} = a_{1\text{вн}} b_{1\text{вн}} = 1,4 \cdot 0,8 = 1,12 \text{ см}^2;$$

$S_{2\text{вн}}$ — площадь верхнего основания хватка, определяемая по внутренним размерам (см. рис. V. 11) по формуле

$$S_{2\text{вн}} = a_{2\text{вн}} b_{2\text{вн}} = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ см}^2,$$

тогда

$$V_3 = \frac{(1,87 + \sqrt{1,87 \cdot 3,45 + 3,45}) \cdot 1,8}{3} - \frac{(1,12 + \sqrt{1,12 \cdot 2,4 + 2,4}) \cdot 1,5}{3} = 4,716 - 2,58 = 2,136 \text{ см}^3 = 2,2 \text{ см}^3.$$

Подставив найденные значения V_1 ; V_2 ; V_3 в формулу, определяем $V_{\text{м.кр}} = V_1 + V_2 + V_3$, получаем

$$V_{\text{м.кр}} = 1,9 + 6,0 + 2,2 = 10,1 \text{ см}^3.$$

Подставив найденные значения $V_{\text{м.г}} = 19,5 \text{ см}^3$, $V_{\text{м.т}} = 113,52 \text{ см}^3$, $V_{\text{м.н}} = 7,15 \text{ см}^3$; $V_{\text{м.р}} = 13,2 \text{ см}^3$ $V_{\text{м.кр}} = 10,1 \text{ см}^3$ в формулу определения объема массы всего кофейника, получим

$$V_{\text{м}} = V_{\text{м.г}} + V_{\text{м.т}} + V_{\text{м.н}} + V_{\text{м.р}} + V_{\text{м.кр}} = 19,5 + 113,52 + 7,15 + 13,2 + 10,1 = 163,47 \text{ см}^3.$$

Определив объем массы $V_{\text{м}} = 163,47 \text{ см}^3$ и зная плотность фарфорового черепка $\rho_{\text{м}} = 2,4 \text{ г/см}^3$, вычисляют вес массы кофейника

$$Q_{\text{м}} = V_{\text{м}} \rho_{\text{м}} = 163,47 \cdot 2,4 = 392,33 \approx 393 \text{ г}.$$

Расчет веса глазури, необходимой для покрытия внешней и внутренней поверхностей кофейника, ведут по формуле

$$Q_{\text{гл}} = (S_{\text{внш}} + S_{\text{вн}}) d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}},$$

где $Q_{\text{гл}}$ — вес глазури (на сухую навеску), необходимой для покрытия как внешней, так и внутренней поверхностей проектируемого изделия, г; $S_{\text{внш}}$ — внешняя поверхность, изделия, см²;

$S_{\text{вн}}$ — внутренняя поверхность изделия, см²; $d_{\text{гл}}$ — толщина глазурного покрытия, см; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, г/см³.

Внешнюю и внутреннюю поверхности кофейника определяют по формуле

$$S_{\text{внш}} = S_{\text{г.внш}} + S_{\text{т.внш}} + S_{\text{н.внш}} + \\ + S_{\text{р.внш}} + S_{\text{кр.внш}};$$

$$S_{\text{вн}} = S_{\text{г.вн}} + S_{\text{т.вн}} + S_{\text{н.вн}} + \\ + S_{\text{р.вн}} + S_{\text{кр.вн}},$$

где $S_{\text{г.внш}}$, $S_{\text{г.вн}}$ — внешняя и внутренняя поверхности горловины кофейника; $S_{\text{т.внш}}$, $S_{\text{т.вн}}$ — внешняя и внутренняя поверхности тулова кофейника; $S_{\text{н.внш}}$, $S_{\text{н.вн}}$ — внешняя и внутренняя поверхности кофейника; $S_{\text{р.внш}}$, $S_{\text{р.вн}}$ — внешняя и внутренняя поверхности ручки кофейника; $S_{\text{кр.внш}}$, $S_{\text{кр.вн}}$ — внешняя и внутренняя поверхности крышки кофейника.

Внешнюю и внутреннюю поверхности горловины вычисляют по формуле определения боковой поверхности куба, используя данные табл. V. 4.

$$S_{\text{г.внш}} = P_{\text{о.внш}} h_{\text{г.внш}} = 4a_{\text{г.внш}}^2 = \\ = 4 \cdot 4,8^2 = 92,16 \text{ см}^2;$$

$$S_{\text{г.вн}} = P_{\text{о.вн}} h_{\text{г.вн}} = 4a_{\text{г.вн}}^2 = \\ = 4 \cdot 4,5^2 = 81 \text{ см}^2.$$

Внешнюю и внутреннюю поверхности тулова вычисляют по формуле определения полной поверхности шарового слоя, используя данные табл. V. 4.

$$S_{\text{т.внш}} = 2\pi R_{\text{ш.внш}} h_{\text{т.внш}} + \pi r_{1\text{т.внш}}^2 + \\ + \pi r_{2\text{т.внш}}^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,8 \cdot 7,4 + \\ + 2 \cdot 3,14 \cdot 3,5^2 = 223,06 + 76,93 = \\ = 300 \text{ см}^2;$$

$$S_{\text{т.вн}} = 2\pi R_{\text{ш.вн}} h_{\text{т.вн}} + \pi r_{1\text{т.вн}}^2 + \pi r_{2\text{т.вн}}^2 = \\ = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 6,8 + 2 \cdot 3,14 \cdot 3,2^2 = \\ = 192,17 + 64,30 = 256,47 \text{ см}^2.$$

Внешнюю и внутреннюю поверхности носика вычисляют по формуле определения боковой поверхности параллелепипеда, используя данные табл. V. 4.

$$S_{\text{н.внш}} = a_{\text{н.внш}} b_{\text{н.внш}} h_{\text{н.внш}} = \\ = 3,0 \cdot 2,6 \cdot 4,5 = 35,1 \text{ см}^2;$$

$$S_{\text{н.вн}} = a_{\text{н.вн}} b_{\text{н.вн}} h_{\text{н.вн}} = \\ = 2,7 \cdot 2,3 \cdot 4,5 = 27,95 \text{ см}^2.$$

Внешнюю поверхность ручки вычисляют по формуле определения боковой поверхности параллелепипеда по табл. V. 4.

$$S_{\text{р.внш}} = P_{\text{р.внш}} l_{\text{р.внш}} = 2(S_{\text{р}} + d_{\text{р}}) l_{\text{р}} = \\ = 2(2 + 0,6) 11 = 57,2 \text{ см}^2.$$

Ручка сплошная и потому глазуруется только снаружи. Внешнюю $S_{\text{кр.внш}}$ и внутреннюю $S_{\text{кр.вн}}$ поверхности крышки вычисляют по формуле определения боковой поверхности фигур, составляющих крышку (см. рис. V. 11).

$$S_{\text{кр.внш}} = S_{\text{внш}} + S_{\text{внш.ш.сегм}} + \\ + S_{\text{внш.усеч.пир}} = 2\pi r_{\text{ц.внш}} h_{\text{ц.внш}} + \\ + 2\pi R_{\text{ш.внш}} h_{\text{ш.сегм.внш}} + 1/2(P_{1\text{внш}} + \\ + P_{2\text{внш}}) A + P_{2\text{внш}};$$

где $r_{\text{ц.внш}}$ — внешний радиус цилиндрического ободка крышки, равный 1,4 см; $h_{\text{ц}}$ — высота цилиндрического ободка крышки, равная 0,8 см; $R_{\text{ш.внш}}$ — внешний радиус шарового сегмента средней части крышки, равный 1,7 см; $h_{\text{ш.сегм.внш}}$ — внешняя высота шарового сегмента средней части крышки, равная 2,0 см; $P_{1\text{внш}}$ — периметр нижнего осно-

вания хватка, вычисленный по внешним размерам (см. рис. V. 11), равен

$$P_{1 \text{ вни}} = 2(1,7 + 1,1) = 5,6 \text{ см};$$

$P_{2 \text{ вни}}$ — периметр верхнего основания хватка, вычисленный по внешним размерам (см. рис. V. 11), равен

$$P_{2 \text{ вни}} = 2(2,3 + 1,5) = 7,6 \text{ см};$$

A — апофема усеченной пирамиды (хватка), равная 2 см.

Тогда

$$\begin{aligned} S_{\text{кр. вни}} &= 2 \cdot 3,14 \cdot 1,4 \cdot 0,8 + \\ &+ 2 \cdot 3,14 \cdot 1,7 \cdot 2 + 1/2(5,6 + 7,6)2 + \\ &+ 7,6 = 7,03 + 21,35 + 13,2 + \\ &+ 7,6 = 49,2 \text{ см}. \end{aligned}$$

Подставив значения внутренних размеров, получаем величину внутренней поверхности крышки

$$\begin{aligned} S_{\text{кр. вн}} &= 2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 0,8 + \\ &+ 2 \cdot 3,14 \cdot 1,4 \cdot 1,7 + 1/2[2(1,4 + 0,8) + \\ &+ 2(2 + 1,2)]2 + 2(2 + 1,2) = \\ &= 5,53 + 14,95 + 10,8 + \\ &+ 6,4 + 37,68 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Общая поверхность кофейника, покрываемая глазурью, составит

$$\begin{aligned} S &= S_{\text{вни}} + S_{\text{вн}} = 92,16 + 81 + 300 + \\ &+ 256,47 + 35,1 + 27,95 + 57,2 + \\ &+ 49,2 + 37,68 = 936,76 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Вес глазури определяют по формуле

$$\begin{aligned} Q_{\text{гл}} &= S_{\text{общ}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}} = 936,76 \cdot 0,01 \cdot 3 = \\ &= 28,1 \approx 28 \text{ г}, \end{aligned}$$

где $S_{\text{общ}}$ — общая поверхность кофейника, равная 936,8 см²; $d_{\text{гл}}$ — толщина

слоя глазури, равная 0,01 см; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, равная 3,0 г/см².

Полный вес кофейника составит

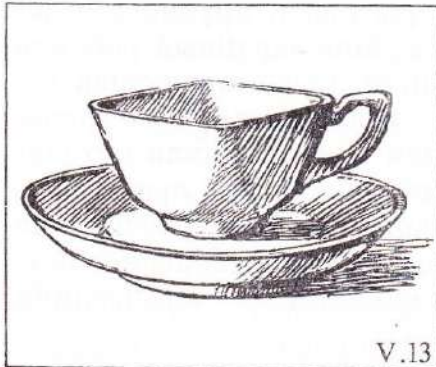
$$Q = Q_{\text{м}} + Q_{\text{гл}} = 393 + 28 = 421 \text{ г}.$$

Проведенные расчеты позволили определить размеры проектируемого изделия, обеспечивающие заданный рабочий объем композиции, представляющей собой сочетание различных геометрических тел. Причем предложенная методика расчетов обеспечивает пропорциональное уменьшение или увеличение композиции в целом без искажения соотношений сочлененных в композиции объемов.

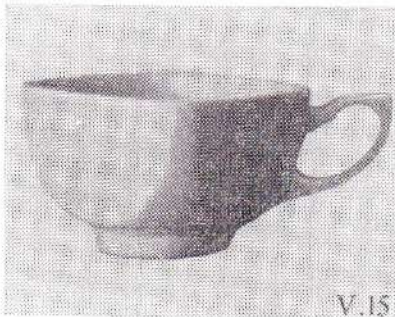
Необходимо подчеркнуть то обстоятельство, что в настоящее время по большей части объемы фарфоровой посуды вообще значительно отклоняются от стандартных норм в сторону увеличения или уменьшения рабочих объемов, особенно для таких изделий, как чайники, кофейники, чайные чашки, сахарницы, масленки и т. д.

Предварительные расчеты рабочих объемов большей частью производят очень приблизительно, а точное определение рабочего объема производят на опытном образце, когда он уже выполнен в материале. Если обнаруживается, что у опытного образца отклонение от заданного объема значительно превышает допустимое отклонение от ГОСТа, начинается уменьшение и подгонка модели, изготовление новой формы и отливка нового опытного образца. Обычно эту работу проводит модельщик, и при этом искажаются пропорции, что вступает в противоречие с эстетическим качеством нового изделия. Иногда, особенно если настаивает на этом автор художественной композиции в целях сохранения пропорций формы, оставляют эталон с большим отклонением от оптимального объема, что ведет к неоправданному расходу дорогостоящей фарфоровой массы и глазури. Применение расчетного метода

V.13. Предварительный эскиз
кофейной чашки



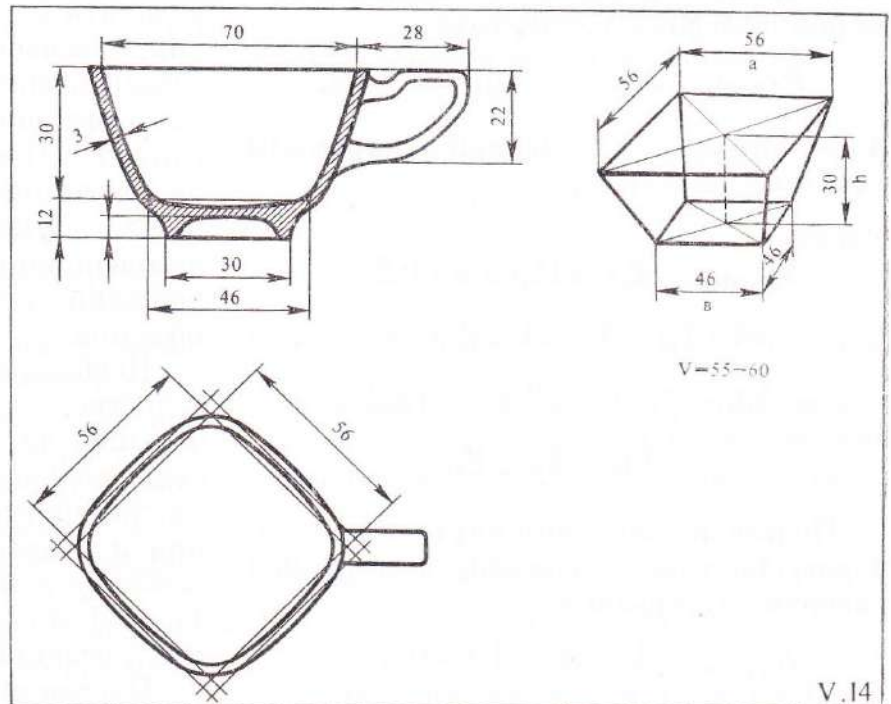
V.13



V.15

V.14. К расчету внутреннего
объема чашки

V.15. Готовая чашка



V.14

приводит графическое решение композиции к заданным рабочим объемам и обеспечивает сохранение задуманных автором пропорций композиции.

Расчетный метод позволяет с большой точностью определять количество фарфоровой массы, необходимой для изготовления единицы изделия, что при больших тиражах промышленного производства фарфоровых изделий имеет большое значение.

Этот метод позволяет с большой точностью определять расход глазури на единицу изделия.

Расчеты кофейной чашки емкостью 75 см³. Выше был приведен полный расчет промышленного образца фарфорового изделия как необходимый начальный этап проектирования. Теперь приведем пример проверочного расчета завершен-

ной конструкции промышленного образца кофейной фарфоровой чашки емкостью 75 см³. Форма чашки представляет собой усеченную пирамиду, ее конструктивные размеры определяют по рис. V. 13—V. 15. Результаты замеров чашки сведены в табл. V. 5.

Внутренний объем чашки вычисляют по формуле объема усеченной пирамиды

$$V_{\text{вн}} = 1/3 h_{\text{т.вн}} (S_{1\text{вн}} + S_{2\text{вн}} + \sqrt{S_{1\text{вн}} S_{2\text{вн}}}),$$

где $V_{\text{вн}}$ — внутренний объем чашки; $h_{\text{т.вн}}$ — глубина чашки, равная 3,0 см; $S_{1\text{вн}}$ — площадь верхнего основания чашки определяемая по внутренним размерам по формуле $S_{1\text{вн}} = a^2_{\text{т.вн}} = 5,6^2 = 31,36 \text{ см}^2$; $S_{2\text{вн}}$ — площадь нижнего ос-

нования чашки, определяемая по внутренним размерам по формуле

$$S_{2\text{вн}} = b_{\text{т.вн}}^2 = 4,6^2 = 21,16 \text{ см}^2;$$

Зная значения $h_{\text{т.вн}} = 3,0$ см, $S_{1\text{вн}} = 31,36$ см²; $S_{2\text{вн}}$ — определяют внутренний объем чашки

$$V_{\text{вн}} = 3/3(31,36 + 21,16 + \sqrt{31,36 \cdot 21,16}) = 78,28 \approx 78,3 \text{ см}^3.$$

Чашка полностью не наливается, остается недоливой на 0,5 см, что составляет 3 см³, поэтому внутренний объем составляет 78,28 см³ — 3 см³ \approx 75 см³. Линия недолива отмечена золотой обводкой с внутреннего края рабочего объема чашки.

Объем массы определяем по следующей формуле

$$V_{\text{м}} = (V_{\text{внш}} - V_{\text{вн}}) + V_{\text{м.н}} + V_{\text{м.р}},$$

где $V_{\text{внш}}$ — объем чашки, вычисленный по внешним размерам, определяют по формуле

$$\begin{aligned} V_{\text{внш}} &= 1/3 h_{\text{внш}} (S_{1\text{внш}} + S_{2\text{внш}} + \\ &+ \sqrt{S_{1\text{внш}} S_{2\text{внш}}}) = \\ &= 3,3/3 (6,2^2 + 5,2^2 + \sqrt{6,2^2 \cdot 5,2^2}) = \\ &= 107,5 \text{ см}^3; \end{aligned}$$

$V_{\text{вн}}$ — внутренний объем чашки, равный 78,3 см³; $V_{\text{м.н}}$ — объем массы ножки чашки, вычисляемый по формуле определения объема цилиндрического кольца

$$\begin{aligned} V_{\text{м.н}} &= \pi h_{\text{н.вн}} (r_{\text{н.внш}}^2 - r_{\text{н.вн}}^2) = \\ &= 3,14 \cdot 0,5 (1,5^2 - 1,2^2) = 1,27 \text{ см}^3; \end{aligned}$$

$V_{\text{м.р}}$ — объем ручки, вычисляемый по формуле определения объема прямого параллелепипеда

$$\begin{aligned} V_{\text{м.р}} &= S_{\text{осн}} h_{\text{р}} = d_{\text{р.внш}} S_{\text{р.внш}} l_{\text{р.внш}} = \\ &= 0,3 \cdot 1,0 \cdot 6,9 = 2,07 \text{ см}^3, \end{aligned}$$

где $S_{\text{осн}}$ — площадь основания ручки (сечение ручки), равное ширине $S_{\text{р}}$, умноженной на толщину $d_{\text{р}}$ ручки; $l_{\text{р}}$ — длина ручки; $h_{\text{р}} = l_{\text{р}}$ — высота параллелепипеда, равная длине ручки.

Подставив найденные значения в формулу расчета объема массы, получаем

$$\begin{aligned} V_{\text{м}} &= (107,5 - 78,3) + 1,27 + 2,07 = \\ &= 32,54 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Подставив значения объема массы $V_{\text{м}} = 32,54$ см³ и плотности массы $\rho_{\text{м}} = 2,4$ г/см³ в формулу определения веса массы, получаем

$$Q_{\text{м}} = V_{\text{м}} \rho_{\text{м}} = 32,54 \cdot 2,4 = 78,10 \approx 78 \text{ г.}$$

Определение количества глазури, необходимой для покрытия (глазурирования) чашки

$$Q_{\text{гл}} = V_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}} = S_{\text{ч}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}},$$

где Q — вес глазури; $V_{\text{гл}}$ — объем глазури; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, равная 3 г/см³; $S_{\text{ч}}$ — общая поверхность чашки, покрываемая глазурью; $d_{\text{гл}}$ — толщина слоя глазури, равная 0,01 см.

Общую поверхность чашки $S_{\text{ч}}$, покрываемую глазурью, определяют

$$\begin{aligned} S_{\text{ч}} &= S_{\text{т.внш}} + S_{\text{т.вн}} + S_{\text{н.внш}} + \\ &+ S_{\text{н.вн}} + S_{\text{р.внш}}, \end{aligned}$$

где $S_{\text{т.внш}}$ — полная внешняя поверхность тулова чашки; $S_{\text{т.вн}}$ — полная внутренняя поверхность тулова чашки; $S_{\text{н.внш}}$ — внешняя поверхность ножки чашки; $S_{\text{н.вн}}$ — внутренняя поверхность ножки чашки; $S_{\text{р.внш}}$ — внешняя поверхность ручки.

Полную внешнюю поверхность тулова чашки рассчитывают по внешним размерам (см. табл. V.5) по формуле определения поверхности усеченной пи-

V.5. Внешние и внутренние размеры
кофейной чашки емкостью 75 см³

Наименование частей изделия	Внутренние размеры, см	Внешние размеры, см
Тулово V_T	$a_{T.ВН} = 5,6$ $b_{T.ВН} = 4,6$ $h_{T.ВН} = 3,0$	$a_{T.ВНШ} = 6,2$ $b_{T.ВНШ} = 5,2$ $h_{T.ВНШ} = 3,3$ $A_{ВНШ} = 3,5$
Ножка V_H	$d_{H.ВН} = 2,4$ $h_{H.ВН} = 0,5$	$d_{H.ВНШ} = 3,0$ $h_{H.ВНШ} = 0,5$
Ручка V_P	Ручка сплошная	$l_{P.ВНШ} = 6,9$ $d_{P.ВНШ} = 0,3$ $S_{P.ВНШ} = 1,0$

рамыды

$$S_{T.ВНШ} = 1/2 (P_{1ВНШ} + P_{2ВНШ}) A_{T.ВНШ} + S_{2ВНШ},$$

где $P_{1ВНШ}$ — периметр верхнего основания чашки, вычисленный по внешним размерам $P_{1ВНШ} = 4a_{T.ВНШ} = 4 \cdot 6,2 = 24,8$ см; $a_{T.ВНШ}$ — размер стороны квадрата верхнего основания чашки; $P_{2ВНШ}$ — периметр нижнего основания чашки, вычисленный по внешним размерам $P_{2ВНШ} = 4b_{T.ВНШ} = 4 \cdot 5,2 = 20,8$ см; $b_{T.ВНШ}$ — размер стороны квадрата нижнего основания чашки; $A_{T.ВНШ}$ — апофема грани усеченной пирамиды тулова $A = 3,5$ см (см. рис. V.13); $S_{2ВНШ}$ — внешняя поверхность нижнего основания (донышка) чашки, рассчитываемая по формуле определения площади квадрата

$$S_{2ВНШ} = b_{T.ВНШ}^2 = 5,2^2 = 27,04 \text{ см}^2.$$

Подставив найденные значения $P_{1ВНШ} = 24,8$ см, $P_{2ВНШ} = 20,8$ см, $A_{T.ВНШ} = 3,5$ см, $S_{2ВНШ} = 27,04$ см² в формулу оп-

ределения, получаем

$$S_{T.ВНШ} = 1/2 (P_{1ВНШ} + P_{2ВНШ}) A_{T.ВНШ} + S_{2ВНШ} = \frac{(24,8 + 20,8) 3,5}{2} + 27,04 = 106,84 \approx 107 \text{ см}^2.$$

Полную внутреннюю поверхность тулова чашки $S_{T.ВН}$ рассчитывают по внутренним размерам (см. табл. V.5) по формуле определения поверхности усеченной пирамиды

$$S_{T.ВН} = 1/2 (P_{1ВН} + P_{2ВН}) A_{T.ВН} + S_{2ВН} = 1/2 (4a_{T.ВН} + 4b_{T.ВН}) A_{T.ВН} + b_{T.ВН}^2 = \frac{(4 \cdot 5,6 + 4 \cdot 4,6) 3,5}{2} + 4,6^2 = 71,4 + 21,16 = 92,56 \text{ см}^2 \approx 93 \text{ см}^2.$$

Внешнюю поверхность ножки чашки $S_{H.ВНШ}$ определяют по формуле, используя данные табл. V.5

$$S_{H.ВНШ} = 2\pi r_{H.ВНШ} h_{H.ВНШ} = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 4,71 \text{ см}^2.$$

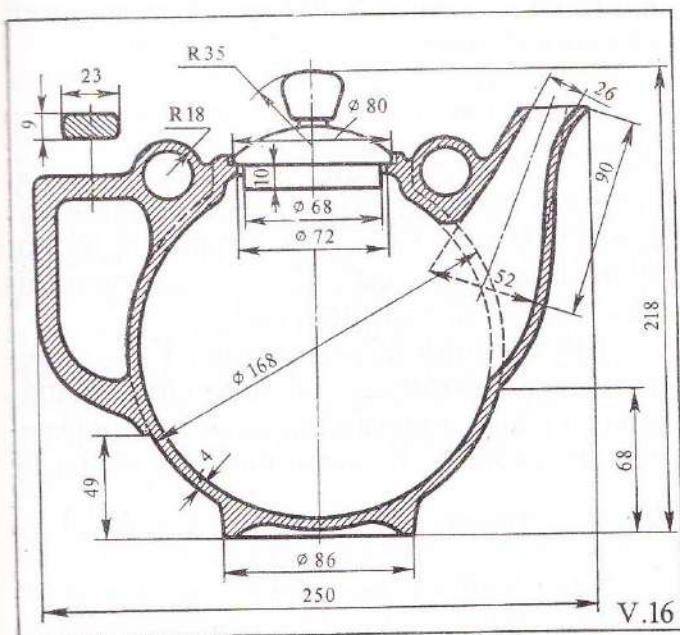
Внутреннюю поверхность ножки $S_{H.ВН}$ находят по формуле, используя данные табл. V.5

$$S_{H.ВН} = 2\pi r_{H.ВН} h_{H.ВН} = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 0,5 = 3,8 \text{ см}^2.$$

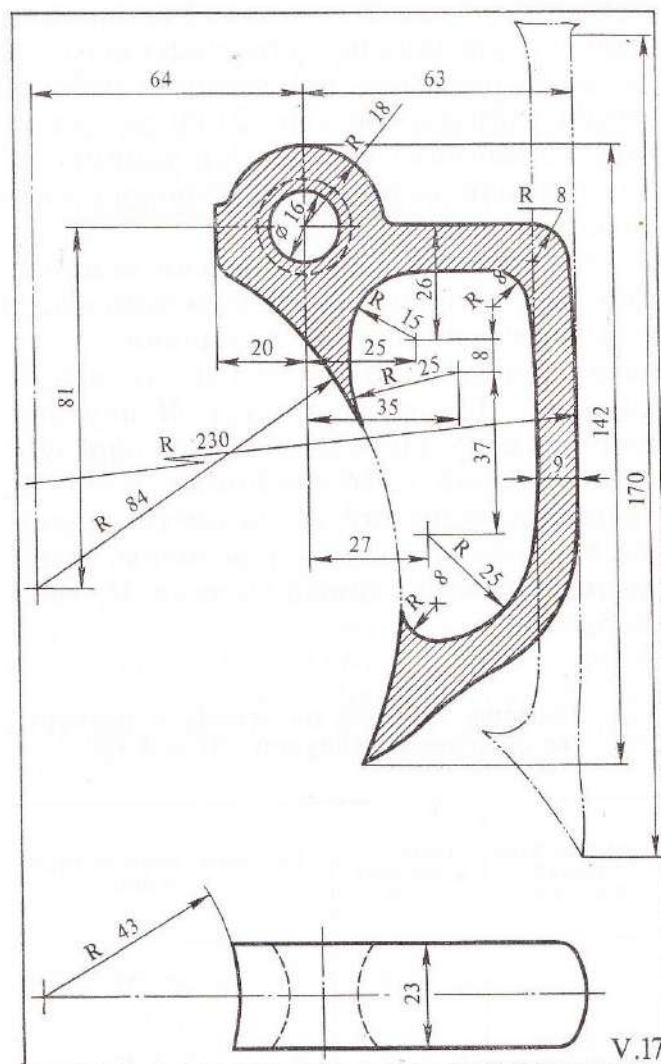
Внешнюю поверхность ручки $S_{P.ВНШ}$ рассчитывают по формуле определения боковой поверхности параллелепипеда (см. табл. V.5)

$$S_{P.ВНШ} = P_{ОСН} h = 2(d_{P.ВНШ} + l_{P.ВНШ}) l_{P.ВНШ} = 2(0,3 + 1) 6,9 = 17,94 \text{ см}^2.$$

V.16. Чайник после конструктивных поправок



V.17. Продольный разрез ручки и колец чайника



Подставив найденные значения $S_{\text{т.внш}} = 107 \text{ см}^2$, $S_{\text{т.вн}} = 93 \text{ см}^2$, $S_{\text{н.внш}} = 4,71 \text{ см}^2$, $S_{\text{н.вн}} = 3,8 \text{ см}^2$, $S_{\text{р.внш}} = 17,94 \text{ см}^2$ в формулу определения общей поверхности покрытия чашки глазурью, получаем

$$S_{\text{ч}} = S_{\text{т.внш}} + S_{\text{т.вн}} + S_{\text{н.внш}} + S_{\text{н.вн}} + S_{\text{р.внш}} = 107 + 93 + 4,71 + 3,8 + 17,94 = 226,45 \text{ см}^2 \approx 227 \text{ см}^2.$$

Зная значения $S_{\text{ч}} = 227 \text{ см}^2$, $q_{\text{гл}} = 3 \text{ г/см}^2$ и $d_{\text{гл}} = 0,01 \text{ см}$, можем определить вес глазури

$$Q_{\text{гл}} = S_{\text{ч}} d_{\text{гл}} q_{\text{гл}} = 227 \cdot 0,01 \cdot 3 = 6,8 \text{ г}.$$

Полный вес чашки составит

$$Q = Q_{\text{м}} + Q_{\text{гл}} = 78 + 6,8 = 84,8 \approx 85 \text{ г}.$$

Расчеты чайника емкостью 2000 см^3 . Конструкция чайника с двумя ручками (рис. V.16) обусловлена относительно большим его собственным весом и большой емкостью. С целью удобства размещения чайной посуды на столе во время чаепития и на буфетной стойке на раздате целесообразно сделать его более компактным, для чего предусматривают срезы по боковым сторонам и шарнир-

V.7 Конструктивные внешние и внутренние размеры чайника емкостью 2 000 см³

Наименование частей изделия	Внутренние размеры, см	Внешние размеры с учетом толщины черепка 0,4 см, см
<p>Тулово Шаровой слой</p> $V_{\text{ш.е.}} = \frac{1}{6} \pi h^3 + \frac{1}{2} \pi (a^2 + b^2) h$ $S_{\text{ш.с.}} = 2\pi R h + \pi a^2 + \pi b^2$	$a_{\text{т.вн}} = 0,75 \quad M = 0,75 \cdot 8 = 6$ $b_{\text{т.вн}} = a_{\text{т.вн}} = 6$ $h_{\text{т.вн}} = 1,375 M = 1,375 \cdot 8 = 11$ $R_{\text{т.вн}} = 2M = 8$	$a_{\text{т.внш}} = 6 + 0,4 = 6,4$ $b_{\text{т.внш}} = a_{\text{т.внш}} = 6,4$ $h_{\text{т.внш}} = 11 + 2 \cdot 0,4 = 11,8$ $R_{\text{т.внш}} = 8,4$
<p>Носик (усеченный конус)</p> $V_{\text{ус.к}} = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + Rr)$ $S_{\text{б.ус.к}} = \pi (R + r) l$	$R_{\text{н.вн}} = 0,275 M = 0,275 \cdot 8 = 2,2$ $r_{\text{н.вн}} = 0,1125 M = 0,1125 \cdot 8 = 0,9$ $l_{\text{н.вн}} = 9$ $h_{\text{н.вн}} = M = 8$	$R_{\text{н.внш}} = 2,6$ $r_{\text{н.внш}} = 1,3$ $l_{\text{н.внш}} = 9$ $h_{\text{н.внш}} = 8,0$
<p>Крышка: ободок—цилиндр</p> $V = \pi R^2 h;$ $S_{\text{б.ус.к}} = 2\pi R h$ <p>Средняя часть — шаровой сегмент</p> $V = \frac{\pi h}{6} (3R^2 + h^2)$ $S_{\text{б.ус.к}} = \pi (R^2 + h^2)$ <p>Хваток — усеченная пирамида</p> $V = \frac{1}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2});$ $S_{\text{бок}} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) A =$ $= \frac{1}{2} (2a_3 + 2b_3 + 2c_3 + 2d_3) A$	$R_{1\text{вн}} = 3,0$ $h_{1\text{вн}} = 1$ $R_{2\text{вн}} = 3,6$ $h_{2\text{вн}} = 0,9$ $a_{3\text{вн}} = 2,4$ $b_{3\text{вн}} = 1,4$ $c_{3\text{вн}} = 1,8$ $d_{3\text{вн}} = 1,2$ $h_{3\text{вн}} = 2,1$ $A_{3\text{вн}} = 2,7$	$R_{1\text{внш}} = 3,4$ $h_{1\text{внш}} = 1$ $R_{2\text{внш}} = 4,0$ $h_{2\text{внш}} = 1,3$ $a_{3\text{внш}} = 2,8$ $b_{3\text{внш}} = 1,8$ $c_{3\text{внш}} = 2,2$ $d_{3\text{внш}} = 1,6$ $h_{3\text{внш}} = 2,5$ $A_{3\text{внш}} = 2,7$
<p>Ручка (параллелепипед)</p> $V = dSl = 2$ $S_{\text{б}} = P_{\text{осн}} h = 2(d + S)l$		$l_{\text{р.внш}} = 17$ $d_{\text{р.внш}} = 0,9$ $S_{\text{р.внш}} = 2,3$
<p>Кольцо (параллелепипед)</p> $V = abh$ $S_{\text{б}} = 2(a + b)h$		$h_{\text{к.внш}} = 4,0$ $a_{\text{к.внш}} = 2,5$ $b_{\text{к.внш}} = 1,0$

Расчет носика ведут по формуле определения объема усеченного конуса (см. рис. V. 17), используя данные табл. V.7

$$\begin{aligned}
 V_{\text{м.п}} &= \frac{\pi h_{\text{н.внш}}}{3} (R_{\text{н.внш}}^2 + r_{\text{н.внш}}^2 + \\
 &\quad + R_{\text{н.внш}} r_{\text{н.внш}}) - \\
 &\quad - \frac{\pi h_{\text{н.вн}}}{3} (R_{\text{н.вн}}^2 + r_{\text{н.вн}}^2 + \\
 &\quad + R_{\text{н.вн}} r_{\text{н.вн}}) = \frac{3,14 \cdot 8}{3} (2,6^2 + 1,3^2 + \\
 &\quad + 2,6 \cdot 1,3) - \frac{3,14 \cdot 8}{3} \times (2,2^2 + \\
 &\quad + 0,9^2 + 2,2 \cdot 0,9) = 99,1 - 63,9 = \\
 &\quad = 35,2 \text{ см}^3.
 \end{aligned}$$

Для определения объема массы крышки расчленяют форму крышки на составляющие объемы. Крышка чайника представляет собой сочетание трех геометрических тел: цилиндра (ободок крышки), шарового сегмента (средней части крышки) и усеченной пирамиды (хваток крышки).

Объем массы крышки определяют

$$V_{\text{м.кр}} = V_{\text{кр.внш}} - V_{\text{кр.вн}},$$

где $V_{\text{кр.внш}}$ — объем крышки, вычисленный по внешним размерам, $V_{\text{кр.вн}}$ — по внутренним размерам.

Внешний объем крышки определяют

$$\begin{aligned}
 V_{\text{кр.внш}} &= V_{1\text{кр.внш}} + V_{2\text{кр.внш}} + \\
 &\quad + V_{3\text{кр.внш}},
 \end{aligned}$$

где $V_{1\text{кр.внш}}$ — внешний объем ободка крышки, вычисленный по формуле определения объема цилиндра; $V_{2\text{кр.внш}}$ — внешний объем средней части крышки, вычисленный по формуле определения объема шарового сегмента; $V_{3\text{кр.внш}}$ — внешний объем хватка крышки, вычисленный по формуле усеченной пирамиды.

Подставив из табл. V.7 значения размеров в формулы определения объемов цилиндра, шарового сегмента и усеченной пирамиды, получаем

$$\begin{aligned}
 V_{\text{кр.внш}} &= \pi R_{1\text{внш}}^2 h_{1\text{внш}} + \\
 &\quad + \frac{\pi h_{2\text{внш}}}{6} (3R_{2\text{внш}}^2 + h_{2\text{внш}}^2) + \\
 &\quad + \frac{1}{3} (S_{1\text{внш}} + S_{2\text{внш}} + \sqrt{S_{1\text{внш}} S_{2\text{внш}}}),
 \end{aligned}$$

где $S_{1\text{внш}}$ — площадь верхнего основания хватка, вычисленная по внешним размерам, см²; $S_{2\text{внш}}$ — площадь нижнего основания хватка, вычисленная по внешним размерам, см²:

$$\begin{aligned}
 S_{1\text{внш}} &= 2(a_{3\text{внш}} + b_{3\text{внш}}) = \\
 &= 2(2,8 + 1,8) = 9,2 \text{ см}^2;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{2\text{внш}} &= 2(c_{3\text{внш}} + d_{3\text{внш}}) = \\
 &= 2(2,2 + 1,6) = 7,6 \text{ см}^2.
 \end{aligned}$$

Подставив значения размеров из табл. V.7 и найденные значения $S_{1\text{внш}}$ и $S_{2\text{внш}}$ в формулу определения $V_{\text{кр.внш}}$, получаем

$$\begin{aligned}
 V_{\text{кр.внш}} &= 3,14 \cdot 3,4^2 \cdot 1 + \\
 &\quad + \frac{3,14 \cdot 1,3}{6} (3 \cdot 4^2 + 1,3^2) + \\
 &\quad + \frac{1}{3} (9,2 + 7,6 + \sqrt{9,2 \cdot 7,6}) = \\
 &= 36,3 + 33,8 + 8,4 = 78,5 \text{ см}^3.
 \end{aligned}$$

Объем крышки $V_{\text{кр.вн}}$ вычисляют

$$\begin{aligned}
 V_{\text{кр.вн}} &= V_{1\text{кр.вн}} + V_{2\text{кр.вн}} + V_{3\text{кр.вн}} = \\
 &= \pi R_{1\text{вн}}^2 h_{1\text{вн}} + \\
 &\quad + \frac{\pi h_{2\text{вн}}}{6} (3R_{2\text{вн}}^2 + h_{2\text{вн}}^2) + \\
 &\quad + \frac{1}{3} (S_{1\text{вн}} + S_{2\text{вн}} + \sqrt{S_{1\text{вн}} S_{2\text{вн}}}).
 \end{aligned}$$

$S_{1\text{вн}}$ и $S_{2\text{вн}}$ определяют по формулам:

$$S_{1\text{вн}} = 2(a_{3\text{вн}} + b_{3\text{вн}}) = 2(2,4 + 1,4) = 7,6 \text{ см}^2;$$

$$S_{2\text{вн}} = 2(c_{3\text{вн}} + d_{3\text{вн}}) = 2(1,8 + 1,2) = 6,0 \text{ см}^2.$$

Подставив значения размеров из табл. V.7 и найденные значения $S_{1\text{вн}}$ и $S_{2\text{вн}}$ в формулу определения $V_{\text{кр.вн}}$, получаем

$$\begin{aligned} V_{\text{кр.вн}} &= 3,14 \cdot 3^2 \cdot 1 + \\ &+ \frac{3,14 \cdot 0,9}{6} (3 \cdot 3,6^2 + 0,9^2) + \\ &+ \frac{1}{3} (7,6 + 6,0 + \sqrt{7,6 \cdot 6}) = \\ &= 28,26 + 18,7 + 6,8 = 53,76 \approx 53,8 \text{ см}^3 \end{aligned}$$

Зная значения $V_{\text{кр.внш}}$ и $V_{\text{кр.вн}}$, находят значение $V_{\text{м.кр}}$

$$\begin{aligned} V_{\text{м.кр}} &= V_{\text{кр.внш}} - V_{\text{кр.вн}} = 78,5 - \\ &- 53,8 = 24,7 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Расчет объема массы ручки чайника проводят по формуле определения объема параллелепипеда

$$V_{\text{м.р}} = S_{\text{осн.р}} h_{\text{р}},$$

где $V_{\text{м.р}}$ — объем ручки, см^3 ; $S_{\text{осн.р}}$ — площадь сечения ручки, см^2 ; $h_{\text{р}}$ — длина ручки, равная 17 см.

Площадь сечения ручки определяют по формуле

$$S_{\text{осн.р}} = d_{\text{р}} S_{\text{р}},$$

где $d_{\text{р}}$ — толщина ручки, равная 0,9 см; $S_{\text{р}}$ — ширина ручки, равная 2,3 см.

Тогда объем массы ручки составит

$$\begin{aligned} V_{\text{м.р}} &= l_{\text{р.внш}} d_{\text{р.внш}} S_{\text{р.внш}} = 17 \cdot 0,9 \cdot 2,3 = \\ &= 35,2 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Кольцо условно разворачивают в параллелепипед (см. рис. V.19).

Объем массы кольца вычисляют по формуле определения объема параллелепипеда, используя данные табл. V.7.

$$\begin{aligned} V_{\text{м.к}} &= a_{\text{к.внш}} b_{\text{к.внш}} h_{\text{к.внш}} = \\ &= 2,5 \cdot 1 \cdot 4 = 10 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Подставив найденные значения $V_{\text{м.т}}$, $V_{\text{м.н}}$, $V_{\text{м.кр}}$, $V_{\text{м.р}}$, $V_{\text{м.к}}$ в формулу определения объема массы чайника, получаем

$$\begin{aligned} V_{\text{м}} &= V_{\text{м.т}} + V_{\text{м.н}} + V_{\text{м.кр}} + V_{\text{м.р}} + \\ &+ V_{\text{м.к}} = 437,5 + 35,2 + 24,7 + 35,2 + \\ &+ 2 \cdot 10 = 552,6 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Зная значения $V_{\text{м}} = 552,6 \text{ см}^3$ и плотности массы $\rho_{\text{м}} = 2,4 \text{ г/см}^3$, определяют вес глиномассы чайника

$$\begin{aligned} Q_{\text{м}} &= V_{\text{м}} \rho_{\text{м}} = 552,6 \cdot 2,4 = \\ &= 1326,24 \text{ г} \approx 1327 \text{ г}. \end{aligned}$$

Вес глазури, необходимой для покрытия всей поверхности чайника, вычисляют

$$Q_{\text{гл}} = S_{\text{ч}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}},$$

где $S_{\text{ч}}$ — полная поверхность чайника; $d_{\text{гл}}$ — толщина слоя глазури, равная 0,01 см; $\rho_{\text{гл}}$ — плотность глазури, равная 3 г/см^3 .

Чайник глазуруется снаружи и внутри, поэтому полную поверхность чайника определяют

$$S_{\text{ч}} = S_{\text{ч.внш}} + S_{\text{ч.вн}},$$

где $S_{\text{ч.внш}}$ — внешняя поверхность чайника; $S_{\text{ч.вн}}$ — внутренняя поверхность чайника.

Внешнюю и внутреннюю поверхности чайника определяют по формулам:

$$\begin{aligned} S_{\text{ч.внш}} &= S_{\text{т.внш}} + S_{\text{н.внш}} + S_{\text{в.внш}} + \\ &+ 2S_{\text{к.внш}} + S_{\text{кр.внш}}; \end{aligned}$$

$$S_{\text{ч.вн}} = S_{\text{т.вн}} + S_{\text{н.вн}} + S_{\text{кр.вн}},$$

где $S_{т.внш}$, $S_{т.вн}$ — внешняя и внутренняя поверхности тулова; $S_{н.внш}$, $S_{н.вн}$ — внешняя и внутренняя поверхности носика; $S_{р.внш}$ — внешняя поверхность ручки; $S_{к.внш}$ — кольца; $S_{кр.внш}$, $S_{кр.вн}$ — внешняя и внутренняя поверхности крышки.

Внешнюю и внутреннюю поверхности тулова рассчитывают по формуле определения полной поверхности шарового слоя и размерам из табл. V.7.

$$\begin{aligned} S_{т.внш} &= 2\pi R_{т.внш} h_{т.внш} + \pi a_{т.внш}^2 + \\ &+ \pi b_{т.внш}^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 8,4 \cdot 11,8 + \\ &+ 3,14 \cdot 6,4^2 + 3,14 \cdot 6,4^2 = 622,5 + \\ &+ 128,6 + 128,6 = 879,7 \approx 880 \text{ см}^2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{т.вн} &= 2\pi R_{т.вн} h_{т.вн} + \pi a_{т.вн}^2 + \pi b_{т.вн}^2 = \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 11 + 3,14 \cdot 6^2 + \\ &+ 3,14 \cdot 6^2 = 778,7 = 552,64 + 113,04 + \\ &+ 113,04 = 778,72 = 779 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Внешнюю и внутреннюю поверхности носика рассчитывают по формуле определения боковой поверхности усеченного конуса и размерам из табл. V.7

$$\begin{aligned} S_{н.внш} &= \pi (R_{н.внш} + r_{н.внш}) l_{н.внш} = \\ &= 3,14 (2,6 + 1,3) 9 = \\ &= 110,214 \approx 110,2 \text{ см}^2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{н.вн} &= \pi (R_{н.вн} + r_{н.вн}) l_{н.вн} = \\ &= 3,14 (2,2 + 0,9) 9 = 87,6 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Ручка сплошная и потому для нее рассчитывают только внешнюю поверхность $S_{р.внш}$ по формуле определения боковой поверхности параллелепипеда по данным табл. V.7.

$$\begin{aligned} S_{р.внш} &= 2 (d_{р.внш} + S_{р.внш}) l_{р.внш} = \\ &= 2 (0,4 + 2,3) 17 = 91,8 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Внутреннюю и внешнюю поверхности крышки рассчитывают по формулам определения боковой поверхности цилиндра (ободок крышки), шарового сегмента (середина крышки), усеченной пирамиды по размерам из табл. V.7

$$\begin{aligned} S_{кр.вн} &= 2\pi R_{1\text{вн}} h_{1\text{вн}} + \pi (R_{2\text{вн}}^2 + h_{2\text{вн}}^2) + \\ &+ \frac{1}{2} (2a_{3\text{вн}} + 2b_{3\text{вн}} + 2c_{3\text{вн}} + \\ &+ 2d_{3\text{вн}}) A_{3\text{вн}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 1 + \\ &+ 3,14 (3,6^2 + 0,9^2) + \frac{1}{2} (2 \cdot 2,4 + \\ &+ 2 \cdot 1,4 + 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 1,2) 2,7 = \\ &= 18,84 + 43,24 + 18,36 = 80,44 \text{ см}^2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{кр.внш} &= 2\pi R_{1\text{внш}} h_{1\text{внш}} + \\ &+ \pi (R_{2\text{внш}}^2 + h_{2\text{внш}}^2) + \\ &+ \frac{1}{2} (2a_{3\text{внш}} + 2b_{3\text{внш}} + 2c_{3\text{внш}} + \\ &+ 2d_{3\text{внш}}) A_{3\text{внш}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,4 \cdot 1 + \\ &+ 3,14 (4^2 + 1,3^2) + \frac{1}{2} (2 \cdot 2,8 + \\ &+ 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 2,2 + 2 \cdot 1,6) 2,7 = \\ &= 21,35 + 55,55 + 22,68 = 99,6 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Внешнюю поверхность кольца рассчитывают по формуле определения поверхности параллелепипеда по данным табл. V.7

$$\begin{aligned} S_{к.внш} &= 2 (a_{кр.внш} + b_{кр.внш}) h_{кр.внш} = \\ &= 2 (2,5 + 1) 4 = 28 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Зная значения внешних и внутренних поверхностей отдельных частей чайника, определяют общую поверхность чайника, покрываемую глазурью

$$\begin{aligned}
 S_{\text{ч}} &= S_{\text{т.внш}} + S_{\text{т.вн}} + S_{\text{н.внш}} + S_{\text{н.вн}} + \\
 &+ S_{\text{р.внш}} + S_{\text{кр.вн}} + S_{\text{кр.внш}} + \\
 &+ 2S_{\text{кр.внш}} = 879,7 + 779 + 110,2 + \\
 &+ 87,6 + 91,8 + 80,44 + 99,6 + 2 \cdot 28 = \\
 &= 2184,34 \approx 2185 \text{ см}^2.
 \end{aligned}$$

Подставив в формулу определения веса глазури $Q_{\text{гл}} = S_{\text{ч}} d_{\text{гл}} \rho_{\text{гл}}$ значения $S_{\text{ч}} = 2185 \text{ см}^2$, $d_{\text{гл}} = 0,01 \text{ см}$, $\rho_{\text{гл}} = 3 \text{ г/см}^3$, получаем

$$Q_{\text{гл}} = 2185 \cdot 0,01 \cdot 3 = 65,55 \approx 66 \text{ г.}$$

Полный вес чайника определяют

$$Q = Q_{\text{м}} + Q_{\text{гл}} = 1327 + 66 = 1393 \text{ г.}$$

Расчет технологических усадок. Выше говорилось о влиянии на процесс формообразования фарфора специфических свойств глиномасс, которые вызывают значительные уменьшения размеров керамических изделий как во время сушки (воздушная усадка), так и во время обжига (огневая усадка).

Учитывая уменьшение размеров фарфорового изделия в процессе сушки и обжига, формовать его нужно увеличенного размера, поэтому требуется предварительно выполнять гипсовые модели этих изделий с припуском на технологическую усадку глиномасс. Художник-керамист должен в совершенстве владеть методикой расчета размеров гипсовой модели изделия с припуском на технологическую усадку.

Увеличенный размер гипсовой модели и гипсовой формы, отлитой по этой модели, должен быть рассчитан таким образом, чтобы в результате сушки и обжига фарфоровое изделие, отформованное увеличенного размера, сократилось бы в объеме до величины проектных размеров готового изделия.

Для фарфора в зависимости от состава фарфоровых масс увеличение разме-

ров гипсовой модели колеблется от 14 до 17%.

Технологические расчеты производят специалисты заводской лаборатории. Художник-керамист в заводской технологической лаборатории получает данные о наличии общей технологической усадки массы.

Существуют два способа расчетов увеличения размеров модели в соответствии с величиной общей технологической усадки.

Определение размеров модели чайника с учетом технологической усадки проводят графическим или математическим способами.

Математический способ построения модели чайника с учетом технологической усадки. Сущность этого метода заключается в том, что все основные размеры композиции пересчитывают с увеличением на величину общей технологической усадки массы. Затем по этим размерам выполняют проект гипсовой модели.

Пересчет размеров композиции с учетом технологической усадки проводят по формуле

$$l_{\text{н}} = \frac{l_{\text{к}} 100}{100 - y_{\text{общ}}},$$

где $l_{\text{н}}$ — размеры гипсовой модели изделия с учетом технологической усадки, соответствующие начальным размерам изделия, выполненного из масс рабочей консистенции, см; $l_{\text{к}}$ — конечные размеры изделия после обжига, или проектные размеры, см; $y_{\text{общ}}$ — общая технологическая усадка глиномассы, %.

Пример расчета модели с припуском на технологическую усадку чайника емкостью 2000 см³.

Чайник выполнен из фарфоровой массы, имеющей общую технологическую усадку $y_{\text{общ}} = 17\%$.

Проектная высота $h_{\text{к}}$ чайника без крышки равна 18 см. С пересчетом на технологическую усадку высота модели

чайника или высота чайника при рабочем влагосодержании массы составит

$$h_n = \frac{h_R \cdot 100}{100 - y_{\text{общ}}} = \frac{18 \cdot 100}{100 - 17} = 21,686 \approx 21,7 \text{ см.}$$

По такой формуле определяют остальные внешние размеры чайника из табл. V. 7 при изготовлении его модели с припуском на технологическую усадку. Результаты пересчета сведены в табл. V. 8.

V.8. Пересчет внешних размеров чайника с припуском на технологическую усадку
 $V_{\text{общ}} = 17\%$

Наименование частей изделия	Внешние размеры (проектные), см	Внешние размеры с припуском на технологическую усадку, см
Тулово	$a_{\text{т.внш}} = 6,4$ $b_{\text{т.внш}} = a_{\text{т.внш}} = 6,4$ $h_{\text{т.внш}} = 11,8$ $R_{\text{т.внш}} = 8,4$	$a_{\text{т.внш}} = \frac{6,4 \cdot 100}{100 - 17} = 7,71 \approx 7,7$ $b_{\text{т.внш}} = a_{\text{т.внш}} = 7,7$ $h_{\text{т.внш}} = \frac{11,8 \cdot 100}{100 - 17} = 14,2$ $R_{\text{т.внш}} = \frac{8,4 \cdot 100}{100 - 17} = 10,1$
Носик	$R_{\text{н.внш}} = 2,7$ $r_{\text{н.внш}} = 1,3$ $l_{\text{н.внш}} = 9,0$ $h_{\text{н.внш}} = 8,0$	$R_{\text{н.внш}} = \frac{2,7 \cdot 100}{100 - 17} = 3,3$ $r_{\text{н.внш}} = \frac{1,3 \cdot 100}{100 - 17} = 1,6$ $l_{\text{н.внш}} = \frac{9 \cdot 100}{100 - 17} = 10,8$ $h_{\text{н.внш}} = \frac{8 \cdot 100}{100 - 17} = 9,6$
Крышка	$R_{\text{к.внш}} = 3,4$ $h_{\text{к.внш}} = 1,0$	$R_{\text{к.внш}} = \frac{3,4 \cdot 100}{100 - 17} = 4,1$ $h_{\text{к.внш}} = \frac{1 \cdot 100}{100 - 17} = 1,2$

Продолжение

Наименование частей изделия	Внешние размеры (проектные), см	Внешние размеры с припуском на технологическую усадку, см
	$R_{2\text{внш}} = 4,0$ $h_{2\text{внш}} = 1,3$ $a_{3\text{внш}} = 2,8$	$R_{2\text{внш}} = \frac{4 \cdot 100}{100 - 17} = 4,8$ $h_{2\text{внш}} = \frac{1,3 \cdot 100}{100 - 17} = 1,6$ $a_{3\text{внш}} = \frac{2,8 \cdot 100}{100 - 17} = 3,4$
Крышки	$l + b_{3\text{внш}} = 1,8$ $c_{3\text{внш}} = 2,2$ $d_{3\text{внш}} = 1,6$ $h_{3\text{внш}} = 2,5$ $A_{3\text{внш}} = 2,7$	$l + b_{3\text{внш}} = \frac{1,8 \cdot 100}{100 - 17} = 2,2$ $c_{3\text{внш}} = \frac{2,2 \cdot 100}{100 - 17} = 2,6$ $d_{3\text{внш}} = \frac{1,6 \cdot 100}{100 - 17} = 1,9$ $h_{3\text{внш}} = \frac{2,5 \cdot 100}{100 - 17} = 3,0$ $A_{3\text{внш}} = \frac{2,7 \cdot 100}{100 - 17} = 3,3$
Ручка	$l_{\text{р.внш}} = 17$ $d_{\text{р.внш}} = 0,4$ $S_{\text{р.внш}} = 2,3$	$l_{\text{р.внш}} = \frac{17 \cdot 100}{100 - 17} = 20,5$ $d_{\text{р.внш}} = \frac{0,4 \cdot 100}{100 - 17} = 0,5$ $S_{\text{р.внш}} = \frac{2,3 \cdot 100}{100 - 17} = 2,8$
Кольцо	$a_{\text{к.внш}} = 2,5$ $b_{\text{к.внш}} = 1,0$ $h_{\text{к.внш}} = 4,0$	$a_{\text{к.внш}} = \frac{2,5 \cdot 100}{100 - 17} = 3,0$ $b_{\text{к.внш}} = \frac{1 \cdot 100}{100 - 17} = 1,2$ $h_{\text{к.внш}} = \frac{4 \cdot 100}{100 - 17} = 4,8$

V.18. Определение графическим способом припуска на технологическую усадку

По рассчитанным размерам строим модель чайника с учетом технологической усадки.

Графическое построение чертежа модели чайника с учетом технологической усадки. Графический способ определения размеров модели основан на построении подобных треугольников. Пример графического построения чертежа модели чайника с учетом технологической усадки показан на рис. V. 18.

Ось спроектированного чайника OO_1 совмещаем с осью модели чайника OO_2 .

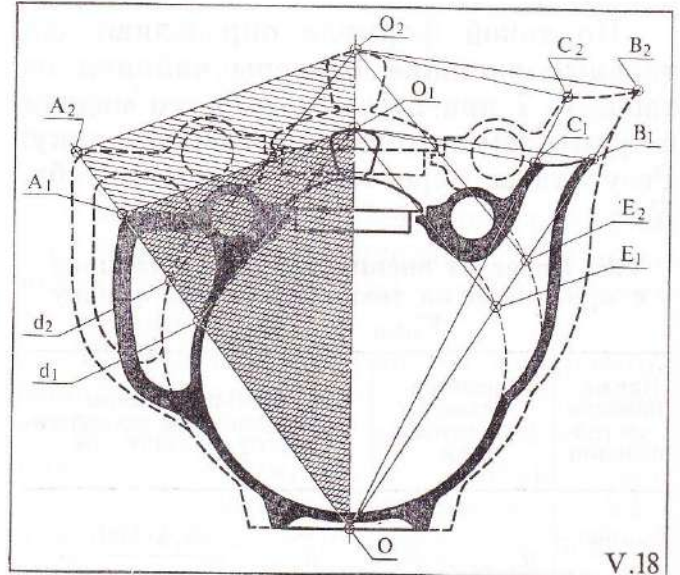
Рассчитываем высоту чайника с припуском на технологическую усадку.

$$OO_2 = \frac{OO_1 \cdot 100}{100 - 17} = \frac{218 \cdot 100}{100 - 17} = 262,65 \text{ мм} \approx 263 \text{ мм.}$$

Любая точка на чертеже спроектированного чайника фиксируется пересечением двух линий, проведенных через эту точку из точек O и O_1 . Соответствующая точка на модели определяется построением подобного треугольника.

Поясним написанное на примере. Точка A_1 фиксируется на пересечении прямых OA_1 и O_1A_1 , образуется $\triangle OO_1A_1$. С учетом технологической усадки точка O_1 переместится в точку O_2 , т. е. OO_2 на 17% больше OO_1 . Если $OO_1 = 21,8$ см, то OO_2 будет равна 26,3 см.

Точка A_2 будет находиться на пересечении прямых OA_2 и O_2A_2 , которые должны образовать треугольник OO_2A_2 . Их стороны должны быть пропорциональны сторонам треугольника OO_1A_1 , т. е. $\triangle OO_2A_2 \sim \triangle OO_1A_1$. Подобные треугольники должны иметь равные углы и пропорциональные стороны.



А так как OO_1 совпадает с OO_2 , то сторона OA_2 должна совпадать со стороной OA_1 и точка A_2 будет находиться на пересечении луча OA_2 с прямой O_2A_2 , проведенной из точки O_2 параллельно прямой O_1A_1 , т. е. мы строим $\triangle OO_2A_2 \sim \triangle OO_1A_1$ с пропорциональным увеличением сторон.

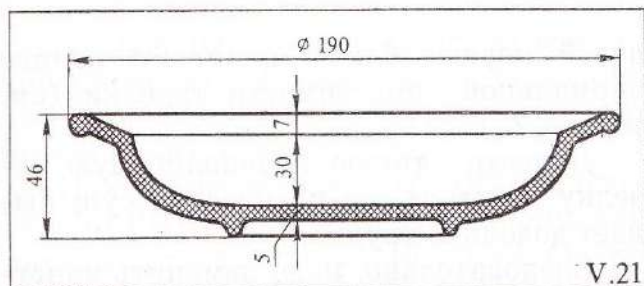
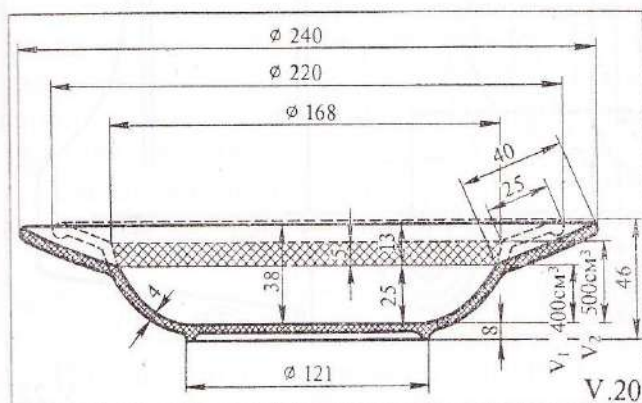
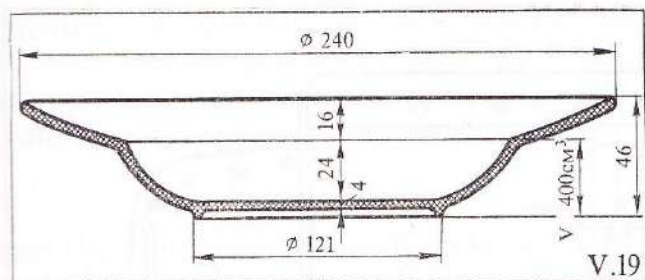
Из подобия треугольников OO_1A_1 и OO_2A_2 следует, что сторона O_2A_2 на 17% больше стороны O_1A_2 , так же, как OO_2 на 17% больше OO_1 .

Точка B_1 фиксируется на пересечении прямых OB_1 и O_1B_1 . Строим $\triangle OO_2B_2 \sim \triangle OO_1A_1$. Точка B_2 будет расположена на пересечении продолжения стороны OB_1 и прямой O_2B_2 , проведенной из точки O_2 параллельно прямой O_1B_1 .

Точка C_1 фиксируется на пересечении прямых OC_1 и O_1C_1 . Строим $\triangle OO_2C_2 \sim \triangle OO_1C_1$. Точка C_2 будет расположена на пересечении продолжения

V.19. Глубокая фарфоровая тарелка
 $d=240$ мм.

Дулевский фарфоровый завод
 V.20. Глубокая тарелка $d=240$ мм,
 к расчету полезного объема



стороны OC_1 и прямой O_2C_2 , проведенной из точки O_2 параллельно прямой O_1C_1 .

Аналогично находим построением все другие точки модели чайника с учетом технологической усадки.

Соединив полученные точки, получим чертеж модели чайника с припуском на технологическую усадку.

Расчет тарелки. В настоящее время на многих фарфоровых и фаянсовых заводах выпускаются глубокие тарелки

$1/2$ 6*

V.21. Фаянсовая тарелка, разработанная
 Кузьякиной Е. Б. Будянский завод

для первых блюд и мелкие тарелки для вторых блюд, размеры рабочей емкости (вместимость) которых с очень небольшими изменениями сохранились до настоящего времени от дюймовой системы (диаметр тарелок 235—240 мм — 9 дюймов).

Формы и размеры этих тарелок сложились еще в дореволюционный период, за 60—70 лет своего существования они почти не изменились. В наше время при разработке МРТУ 17-572—67 «Посуда фаянсовая столовая и чайная» предусмотрен ассортимент глубоких фаянсовых тарелок диаметрами 200, 220, 225, 240 мм, что соответствует вместимости 250, 425, 500 и 550 см³. Максимальная порция первых блюд для предприятий общественного питания равна 500 см³. Разрешается реализация полпорции первых блюд, т. е. 250³, чему соответствуют глубокие тарелки диаметрами 240 и 200 мм (рис. V. 19).

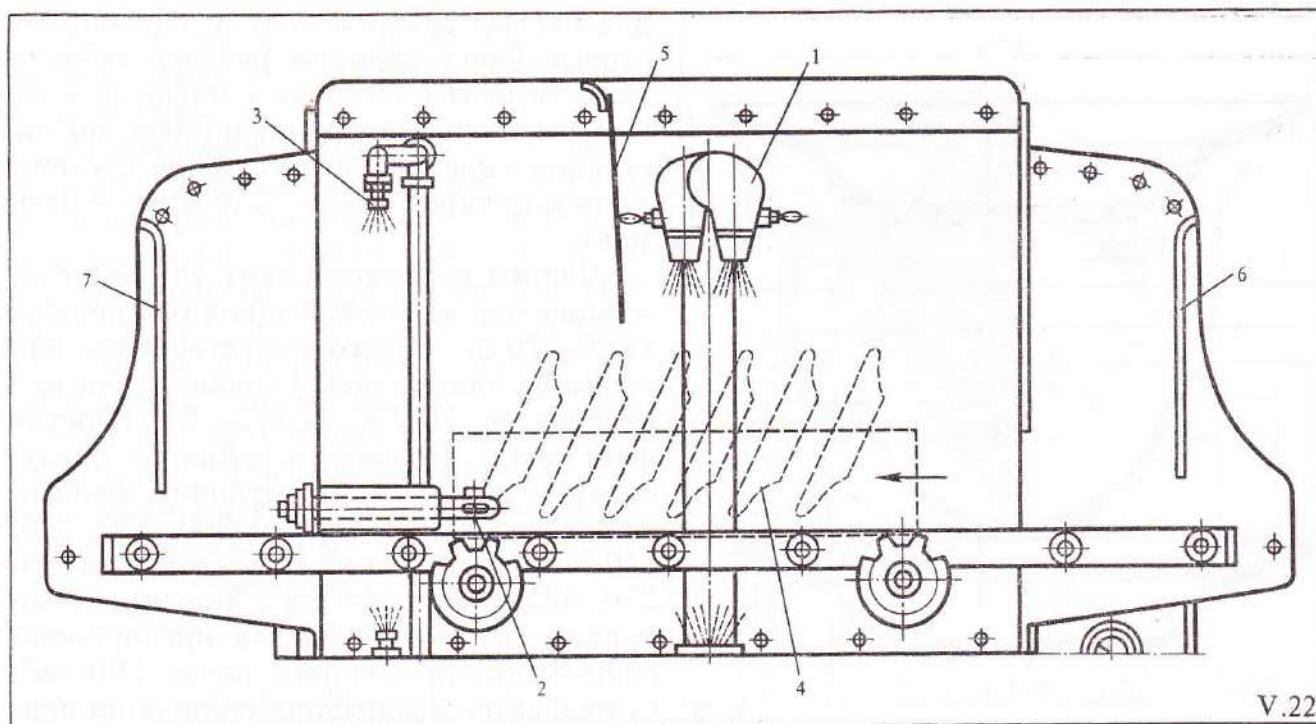
Это указывает на то, что глубокие фаянсовые тарелки диаметрами 240 и 200 мм равноценны для предприятий общественного питания, а фаянсовые тарелки диаметрами 220 и 255 мм практического назначения не имеют.

Формы и размеры этих тарелок достаточно удобны для использования их в условиях жилых квартир, где площадь, занимаемая на обеденных столах, и рабочий объем (вместимость) тарелки не имеют существенного значения.

Применение стандартных тарелок в условиях современных столовых самообслуживания очень неудобно прежде всего потому, что их рабочий объем (вместимость) не соответствует рациону, действующему в сети общественного питания.

V.22. Схема устройства посудомоечных машин ПМК-1А:

1 — верхний моющий душ; 2 — рычаг пускового клапана; 3 — верхний ополаскивающий душ; 4 — кассета с посудой; 5 — перегородка; 6, 7 — резиновые фартуки (шторки)



Приведем пример расчета рабочего объема глубокой фарфоровой тарелки диаметром 240 мм (рис. V. 20). Рабочий объем тарелки V_p , заштрихованный на рис. V. 21, представляет объем шарового слоя, глубина которого h равна 2,5 см, радиус дна r равен 6,0 см, а радиус верхнего основания R (уровень жидкости в тарелке) равен 8,4 см

$$\begin{aligned}
 V_p &= \frac{1}{6} \pi h^3 + \frac{1}{2} \pi (R^2 + r^2) h = \\
 &= \frac{3,14 \cdot 2,5^3}{6} + \frac{3,14}{2} (8,4^2 + 6^2) 2,5 = \\
 &= 3,27 + 418,25 = 421,52 \approx 422 \text{ см}^3.
 \end{aligned}$$

Объем первых блюд, предусмотренных рационом общественного питания, равен 500 см³, поэтому на раздаче в сто-

ловой первые блюда наливают полнее нормальной вместимости тарелки (см. рис. V. 21).

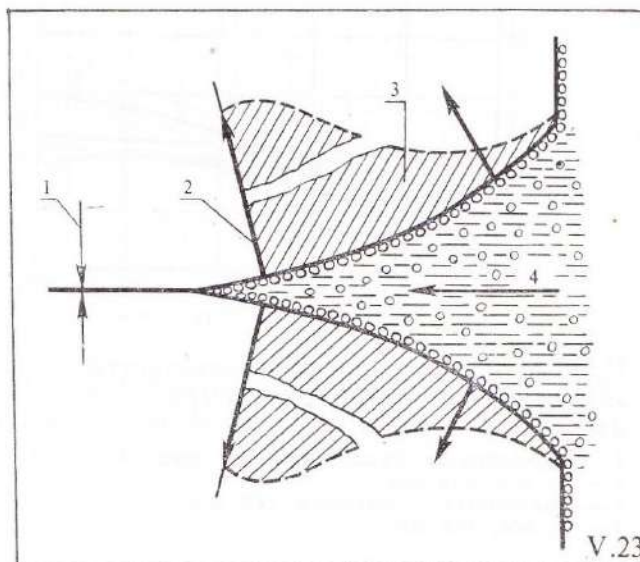
Донести такую переполненную тарелку до стола, не расплескав суп, бывает довольно трудно.

Следовательно, надо изменить конструкцию глубокой тарелки так, чтобы она стала приемлемой для применения в столовых самообслуживания в соответствии с требованиями существующих рационов и раскладок. В рассматриваемом примере требуется привести рабочий объем тарелки к 500 см³, для этого целесообразно увеличить глубину рабочего объема тарелки, уменьшив при этом соответственно ширину борта тарелки (рис. V. 21).

Определим, на какую величину надо увеличить глубину тарелки, чтобы обе-

V.23. Схема раскливающего действия адсорбированных молекул воды:

- 1 — молекулярные силы сцепления;
2 — силы отталкивания;
3 — зона раскливающего давления



V.23

спечить увеличение рабочего объема на 80 см^3 . Расчет дополнительного объема ведут по формуле расчета объема цилиндра

$$V_{\text{ц}} = \pi R^2 h_x,$$

где $V_{\text{ц}}$ — дополнительный объем, который должен быть равен 80 см^3 ; R — радиус верхнего основания (уровня жидкости в тарелке), равный $8,4 \text{ см}$; h_x — приращение глубины рабочего объема тарелки, обеспечивающее получение заданного объема.

Подставив значения $V_{\text{ц}}$ и R , находим величину h_x

$$h_x = \frac{V_{\text{ц}}}{\pi R^2} = \frac{80}{3,14 \cdot 8,4^2} = 0,36 \approx 0,4 \text{ см}.$$

Изменение конструкции тарелки делает ее более приемлемой для предприятий общественного питания, так как сохранение прежней высоты обеспечивает мытье тарелок новой конструкции в современных посудомоечных машинах (рис. V.22, V.23).

Научно-исследовательскими институтами ГИКИ и УНИИСП (Украинский научно-исследовательский институт стекольной и фарфоро-фаянсовой промышленности) проведены исследования причин потери посуды в процессе эксплуатации (рис. V.24—V.31).

Из данных на рисунках следует, что потери фаянсовых тарелок на 38% выше, чем потери фарфоровых, принятых за 100% . Кроме того, фарфоровые тарелки сохраняют до полного разрушения гигиенические свойства. Следовательно, на предприятиях общественного питания целесообразно применять фарфоровую посуду.

Анализ характера потери тарелок из-за боя показал, что основной процент потерь идет за счет разрушения борта. Следовательно, при разработке конструкции тарелок для общественного питания необходимо особое внимание обращать на усилие борта тарелок.

Под руководством Е. Б. Кузякиной были разработаны конструкции упрочненных тарелок диаметрами $190, 225 \text{ мм}$, вместимостью соответственно 250 и 500 см^3 для Будянского и Каменнобродского фаянсовых заводов.

Технологичность этих тарелок подтверждена заводской практикой, деформация при обжиге уменьшилась в $4—6$ раз.

Проверка рабочих объемов (вместимости) проектируемой посуды в соответствии с требованиями, с существующими нормами рационов и нормами оснащения предприятий общественного питания посудой, столовыми приборами, мебелью и

V.24. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за боя при мытье:

- 1 — фарфоровых диаметром 240 мм;
- 2 — то же, 200 мм;
- 3 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 4 — то же, 175 мм



V.26. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за «боя» в зале:

- 1 — фарфоровых диаметром 240 мм;
- 2 — то же, 200 мм;
- 3 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 4 — то же, 175 мм



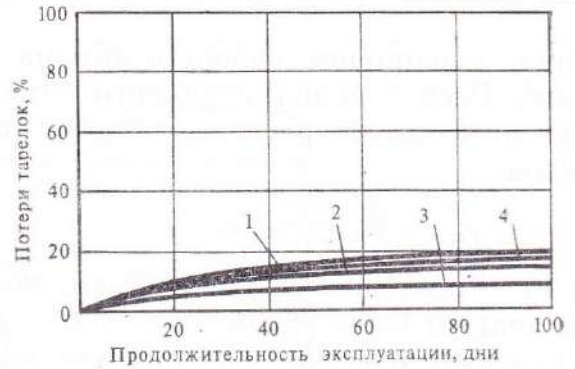
V.28. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за разрушения только борта:

- 1 — фарфоровых диаметром 240 мм;
- 2 — то же, 200 мм;
- 3 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 4 — то же, 175 мм



V.25. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за боя на раздаче:

- 1 — фарфоровых диаметром 200 мм;
- 2 — то же, 240 мм;
- 3 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 4 — то же, 175 мм



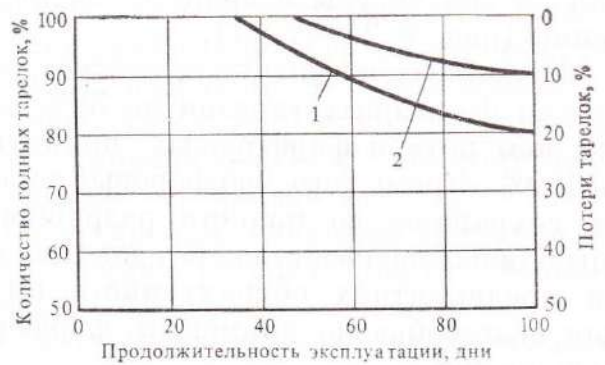
V.27. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за полного разрушения:

- 1 — фарфоровых диаметром 240 мм;
- 2 — то же, 200 мм;
- 3 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 4 — то же, 175 мм

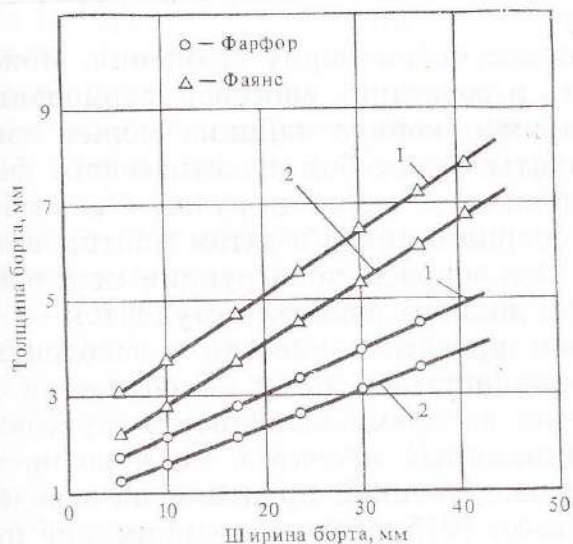


V.29. Зависимость продолжительности эксплуатации тарелок от потерь из-за цека глазури:

- 1 — фаянсовых диаметром 240 мм;
- 2 — то же, 175 мм



V.30. Зависимость ширины борта тарелок от толщины его для фаянсовых (1) — $\delta=9$ МПа; фарфоровых (2) — $\delta=20$ МПа



V.31. Зависимость предела прочности при растяжении от толщины борта при определенной ширине



кухонным инвентарем утверждены приказом Министерства торговли СССР от 1.VIII. 1973 г.

VI

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ И ФОРМ

VI.1

Способы формования художественной керамики

Изготовление моделей и форм связано не только с проектом (выполнение требований проектировщика, безусловно, обязательно), но и со способом изготовления керамических изделий на заводе, куда проектируются промышленные образцы.

Если например при массовом выпуске изделий организация производства и технология изготовления изделий в основном ориентирована на пластическое формование, а способ шликерного литья занимает очень небольшой объем по отношению ко всему объему производства, то проектировщик не может с этим не считаться. Автор должен отобрать все предметы своего проекта, которые могут быть изготовлены пластическим способом на станке с применением формующего шаблона или формующего ролика, а для остальных предметов разрабатывать чертежи моделей и форм специально под шликерное литье.

Формы фарфоровой посуды, которые могут изготавливаться способом пластического формования, — это предметы, представляющие сочетание простых геометрических тел — форм вращения. Это могут быть сочетания усеченного шара и цилиндра, шаровая сфера, шаровой пояс, шаровой слой, усеченный конус, цилиндр в различных сочетаниях, но обязательно комбинации этих форм должны быть открытыми сверху для введения формующего приспособления. Форма модели для шликерного литья может быть очень сложной конфигурации и необязательно пред-

ставлять собой форму вращения. Может быть и сочетание способов формования, например корпус чайника может изготавливаться способом пластического формования, а носик и ручка — способом шликерного литья и затем монтироваться. Все вопросы конструкции моделей и форм должны решаться студентом — автором проекта совместно с заводскими специалистами, чему он обучается не только во время выполнения курсовых и дипломных проектов, но и во время производственной практики на заводах. Если до 1975 г. основное внимание при проектировании промышленных образцов в вузах уделялось массовому заводскому производству, то с 1975 г. после Постановления ЦК КПСС «О народных художественных промыслах» в равной мере преподаванию уникальных способов формования художественных керамических изделий, выпускаемых народными промыслами, уделяется самое серьезное внимание; ЦК КПСС обязал Министерство высшего и среднего специального образования СССР, Министерство культуры СССР, Государственный комитет Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию совместно с министерствами местной промышленности союзных республик и другими заинтересованными ведомствами улучшить подготовку кадров для народных промыслов и укрепить материально-производственную базу учебных заведений. Расширить и усовершенствовать подготовку специалистов высшей и средней квалификации на художественных факультетах высших и средних специальных учебных заведений, рассмотреть предложения об изменении сроков обучения в

средних специальных художественных учебных заведениях системы министерств местной промышленности Союзных республик. На кафедре керамики и стекла Московского высшего художественно-промышленного училища (б. Строгановское) пересмотрены программы и учебные планы с тем, чтобы преподавание по проектированию и моделированию художественной керамики, конструированию керамических изделий и работы в материале проводились на примерах достижений народных художественных промыслов, таких, например, как Скопино Рязанской области, Гжель Московской области и др. Приведенные шесть основных способов формования художественной керамики раскрывают специфику широко известного оригинального народного промысла Скопино. Особенности народных промыслов Скопино и Гжели изучаются не только на первом, втором курсах, но начиная с 1975 г. ежегодно являются темами дипломных проектов.

VI.2

Технологический способ формования керамических изделий — формообразующий фактор

В настоящее время существуют несколько способов формования керамических изделий: свободной лентки (рис. VI.1—VI.11), свободного формования на гончарном круге (рис. VI.12—VI.30 и с VI.31 по VI.50), пластического формования ручным оттиском в форме (рис. VI.51—VI.60 и VI.61—VI.69), пластического формования во вращающейся гипсовой форме с помощью формующего шаблона или формующего ролика (рис. VI.70—VI.79); пликерного литья (рис. VI.80—VI.91 и VI.100—VI.114), формование способом штамповки в металлических пресс-формах; изготовление керамических изделий с использованием

сочетания нескольких способов формования (рис. VI.92—VI.99).

Поскольку четыре последних способа являются индустриальными способами формообразования керамических художественно-промышленных изделий, необходимо сказать несколько слов о современных автоматических формующих агрегатах.

Достижения научно-технической революции позволяют формовать фарфоровые и фаянсовые изделия огромными тиражами с полным исключением ручного труда, в связи с чем высказываются опасения, что к потребителю хлынут потоком штампованные, очень скучные антихудожественные изделия, порожденные машинным производством. При внимательном, более пристальном рассмотрении современного развития автоматических формующих устройств становится ясным, что для подобных опасений нет никаких оснований.

Во-первых, современные автоматические формующие устройства с чрезвычайно высокой степенью точности повторяют модель.

Во-вторых, автоматизация формования совсем не исключает широкого ассортимента изделий, а, наоборот, при нормально организованной перестройке даже способствует расширению ассортимента формуемых изделий, так как современные автоматические формующие агрегаты, освобождая рабочего от тяжело изнуряющего своей монотонностью физического труда, на потоке легко перенастраиваются на различные разновидности данного вида изделий.

В-третьих, при компоновке технологических линий могут предусматриваться несколько формующих агрегатов, параллельно включаемых в общую технологическую линию, что также обеспечит формование разнообразных форм с общим режимом сушки на единой технологической линии.

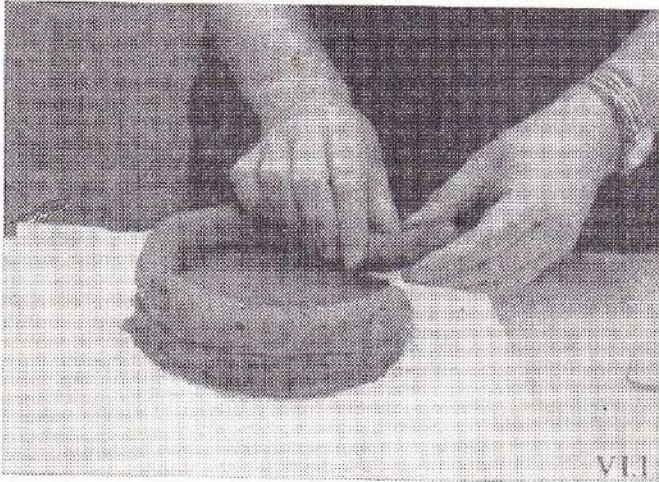
VI.1. Набивка дна лейкой без гончарного круга

VI.2. Укладка жгута

VI.3. Проминка нижней части сосуда

VI.4. Лепка и проминка более тонких слоев

VI.5. Лепка свода сосуда и подготовка для лепки горловины



VI.1



VI.2



VI.3



VI.4



VI.5

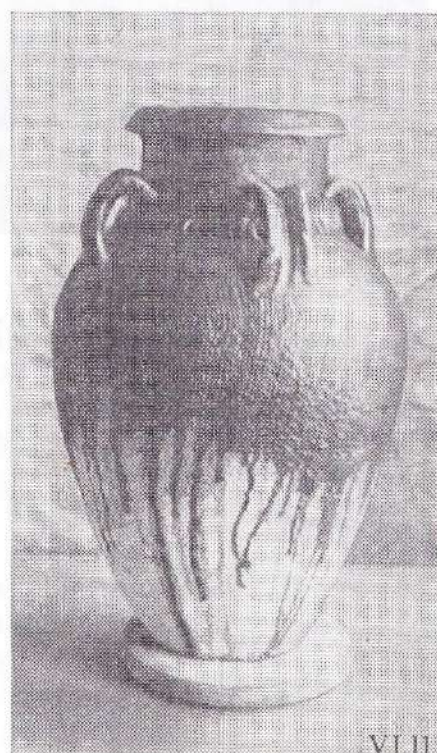
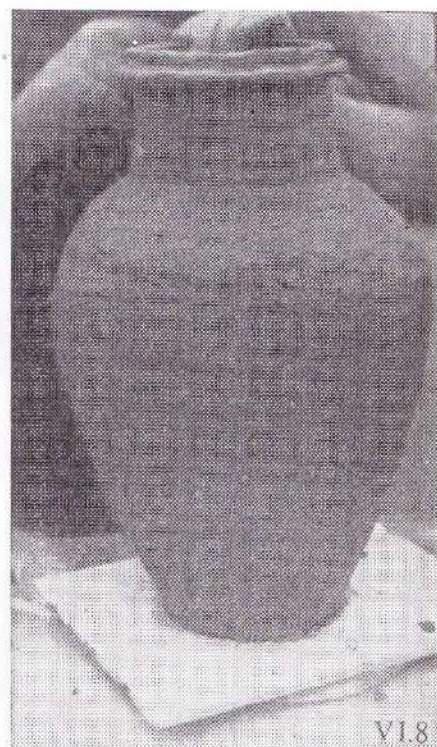
В-четвертых, высвобождение большого числа рабочих, занятых на формовании изделий, позволит использовать рабочих-фарфористов для ручной росписи фарфоровых изделий, отформованных на автоматических линиях, что внесет большое разнообразие в ассортимент выпускаемой продукции.

На фарфоровых и фаянсовых заводах всегда выпускались и сейчас выпускаются изделия трех типов:

уникальные фарфоровые и фаянсовые произведения прикладного искусства, когда художник сам выполняет в материале свое произведение в количестве одной-двух или группы вещей;

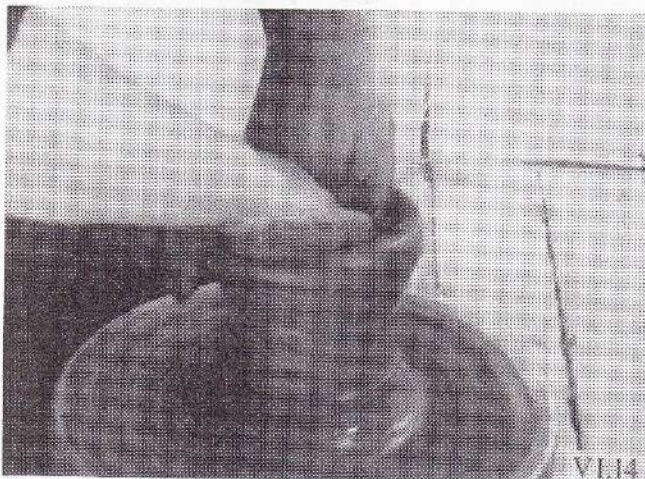
VI.6. Лепка горловины,
укладка жгута
VI.7. Проминка горловины
VI.8. Утолщение края горловины

VI.9. Лепка ручек сосуда
VI.10. Сосуд, завершённый в лепке
VI.11. Сосуд после обжига



VI.12. Подготовка
гончарного круга к работе
VI.13. Первичная
обработка заготовки

VI.14. Формование внутренней
полости изделия обеими руками
VI.15. Формование края заготовки



серийный выпуск фарфоровых и фаянсовых изделий, когда небольшая партия изделий выполняется мастерами-исполнителями по проекту или образцу художника, иногда с авторской доработкой;

массовая продукция, выпускаемая обычно большими тиражами.

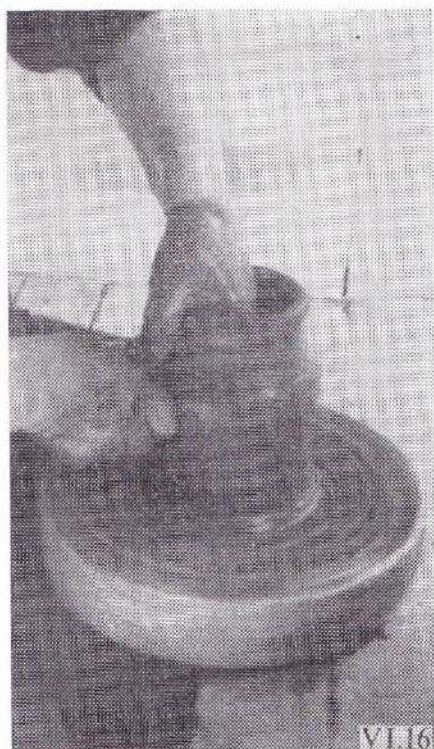
Следует особо подчеркнуть, что если не считать требований функциональности, удовлетворение которых совершенно необходимо во всех трех случаях, то в

отношении подхода к проектированию сочетания формы и росписи этих трех видов промышленных образцов будут в каждом отдельном случае неодинаковыми.

В уникальных произведениях форма и роспись представляют собой неразрывное целое и взаимно обусловлены единым композиционным решением, и хотя изготовление формы будущего произведения предшествует живописному решению композиции, однако с самого начала

VI.16. Формование внутренней полости
 VI.17. Вытягивание заготовки крынки
 до нужной высоты
 VI.18. Отделка наружной
 поверхности циклей

VI.19. Подрезка дна циклей
 VI.20. Готовая крынка-сырец
 VI.21. Готовая крынка
 (после глазурования и обжига)



VI.22. Первоначальная обработка заготовки. Формование края обеими руками



VI.22

VI.23. Углубление внутренней полости заготовки

VI.24. Вытягивание заготовки кувшина в высоту



VI.23



VI.24

художник при работе над формой имеет в виду будущую композицию росписи.

При изготовлении серийной продукции заводы часто выпускают одни и те же формы с большим разнообразием композиционных росписей, при этом, естественно, не всегда композиция росписей хорошо согласуется с формой фарфоровых изделий.

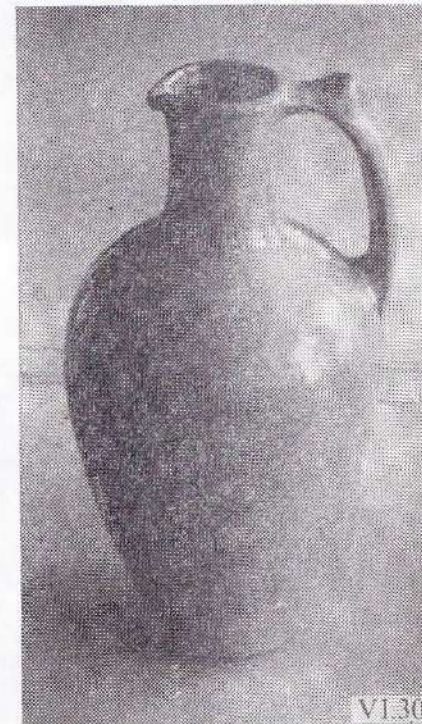
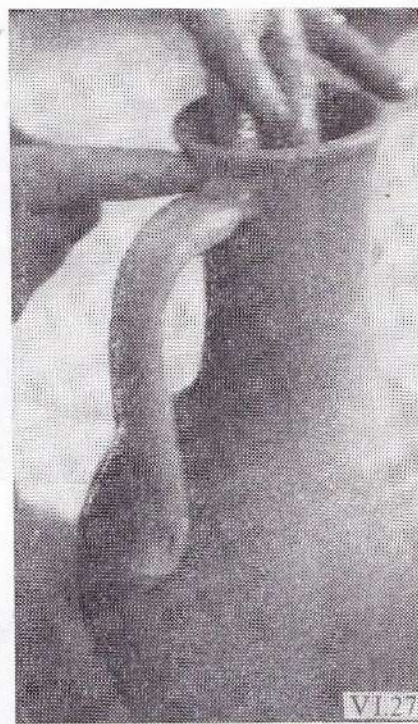
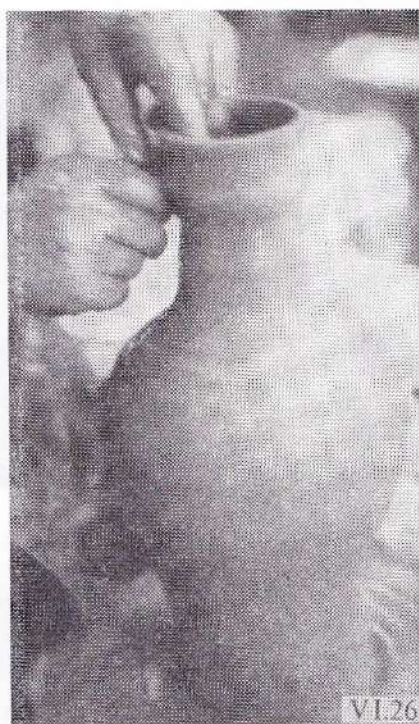
При проектировании промышленных образцов для выпуска изделий массовыми тиражами художник стремится найти оптимально-функциональные и одновременно оптимально-технологические и простые по форме композиции изделия из художественного фарфора. Простые и ясные (в отношении функциональности и конструктивности) формы изделий не только не исключают, а, наоборот,

обязывают к изысканию высокоэстетических качеств форм изделий.

Красивые пропорции бытовой фарфоровой вещи, красивый силуэт каждого из предметов, входящих в сервиз, гармоничное сочетание основного объема и деталей и подчернуто выразительное решение функции как предмета, так и всего сервиза (набора предметов) в целом при простоте и ясности форм — являются не менее трудной задачей, чем создание уникального фарфорового произведения прикладного искусства. Создание промышленных образцов художественного фарфора так же, как и художественного фаянса, является особо ответственной задачей еще и потому, что ошибка или недоработка художника-проектировщика, повторенная миллион-

VI.25. Вытягивание заготовки
кувшина в высоту при одновременном
формовании тулова
VI.26. Формование
горловины кувшина

VI.27. Приставка ручки
VI.28. Лепка ручки
VI.29. Глазурование
VI.30. Готовый кувшин



VI.31. Изготовление на гончарном круге заготовки пустотелого тора

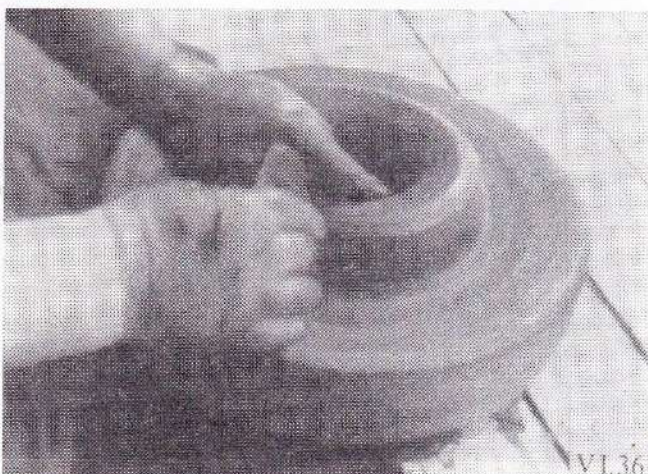
VI.32. Изготовление внутренней и наружной стенки тора

VI.33. Гончар вытягивает внутреннюю стенку тора и заворачивает ее, приближая к наружной

VI.34. Гончар сближает стенки тора

VI.35. Обе стенки тора соприкасаются и закрывают внутреннюю полость

VI.36. Внутренняя поверхность тора закрыта, наружную поверхность гончар зачищает циклей



VI.37. Гончар срезает проволокой
готовый тор с гончарного круга

VI.38. Готовый тор снимают
с гончарного круга

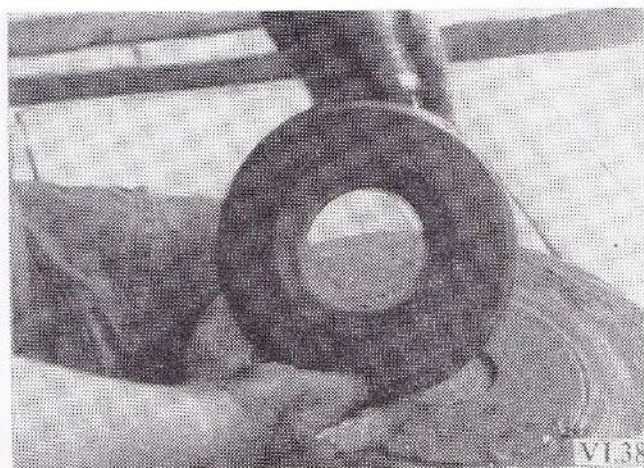
VI.39. Изготовление пустотелого
основания кувшина на гончарном круге

VI.40. Изготовление горловины
кувшина на гончарном круге

VI.41. Монтаж двух пустотелых торов
на пустотелом основании кувшина



VI.37



VI.38



VI.39



VI.40



VI.41

ным тиражом, принесет огромные убытки производству.

Роспись многотиражных изделий, отформованных на автоматических линиях, благодаря относительной простоте

форм может быть очень разнообразной.

Необходимо отметить, что и сама роспись на изделиях массового выпуска может быть трех видов:

VI.42. Прорезка отверстий
и подгонка горловины к верхней части
пустотелых торов

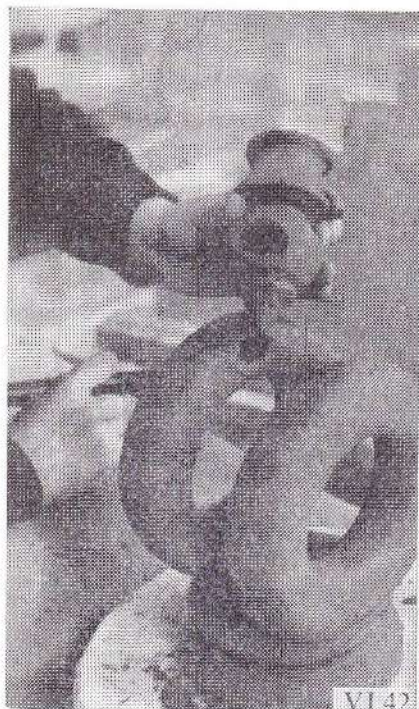
VI.43. Установка и монтаж
нижней части горловины

VI.44. Подгонка верхней части горловины

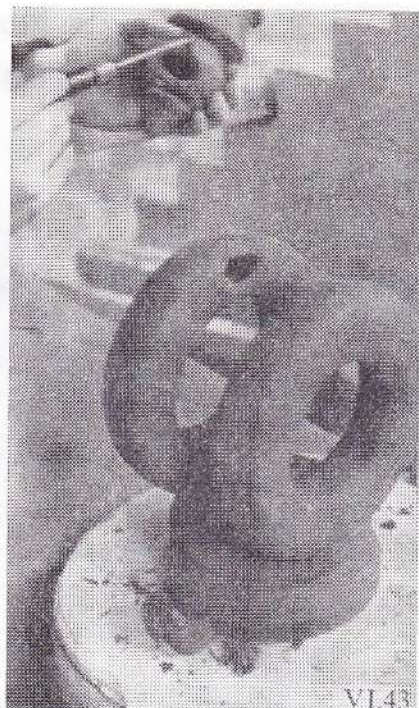
VI.45. Установка верхней части
горловины

VI.46. Приставка носика и подгонка
верхней части горловины к крышке

VI.47. Приставка ручки



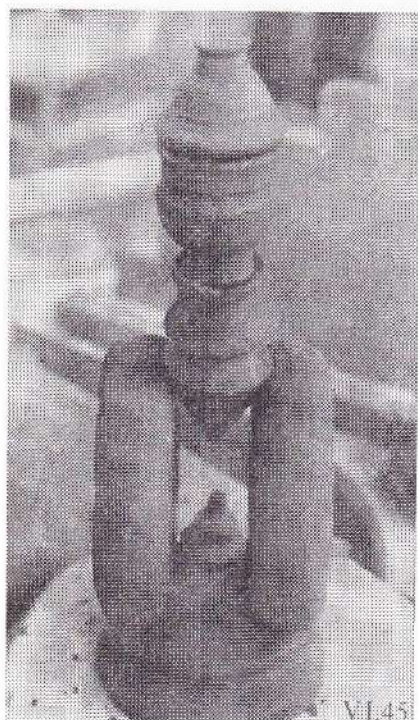
VI.42



VI.43



VI.44



VI.45



VI.46



VI.47

VI.48. Кувшин, законченный
лепкой и отделкой

VI.49. Глазурование
VI.50. Готовый кувшин



VI.48



VI.49



VI.50

Уникальная роспись по готовой форме. В этом случае художник, создавая композицию росписи применительно к уже готовой форме, выполняет свое произведение собственноручно, создавая таким образом неповторимое (уникальное) произведение прикладного искусства. Это могут быть вазы, сервизы, наборы предметов художественного фарфора.

Серийная роспись по готовой форме. В этом случае художник создает композицию серии ваз, сервизов или наборов предметов художественного фарфора, используя готовые формы («белье») с расчетом на ручную роспись мастерами-исполнителями. Такие композиции рассчитаны на выпуск небольшими партиями, выполняются высококвалифициро-

ванными живописцами, иногда с доработкой художником-автором композиции.

Роспись массовой продукции. В этом случае при разработке композиции росписи художник использует скорописную ручную роспись («на мазок»), отводки, трафарет и аэрограф, сплошное покрытие с ручной росписью и другие приемы росписи, композиции которых рассчитаны на живописцев невысокой квалификации.

Широко используются такие способы, как печать с последующей многоцветной росписью по отпечатанным контурам.

Кроме того, для декорирования массовой продукции применяют деколь, печать, трафарет. Последние способы мо-

VI.51. Гипсовая форма
для оттиска изразца

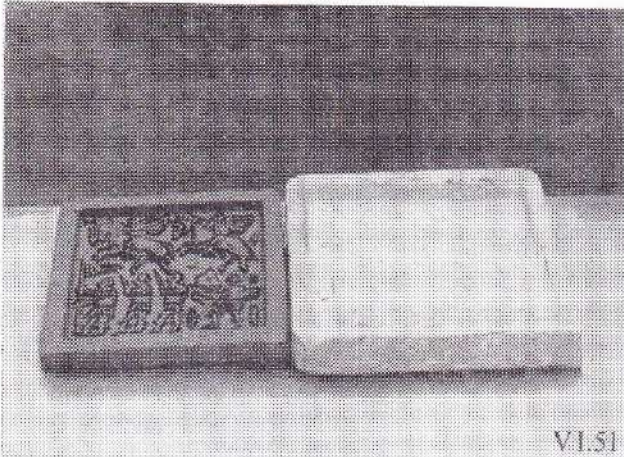
VI.52. Заполнение формы глиной

VI.53. Подготовка к лепке румпы,
делаются насечки для прочного
соединения румпы с изразцом

VI.54. Лепка румпы

VI.55. Сверление отверстий
в румпе

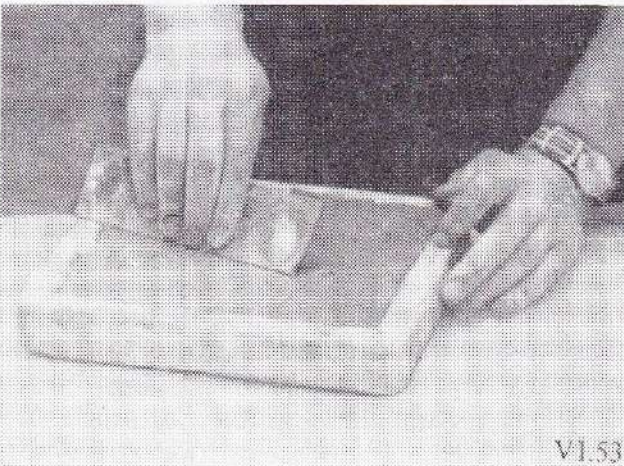
VI.56. Освобождение
изразца из формы



VI.51



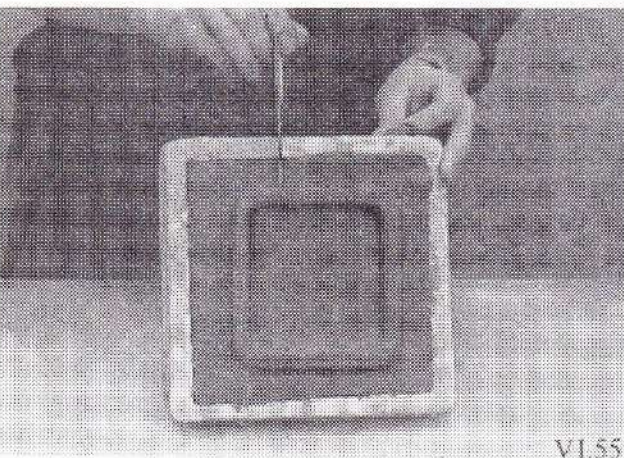
VI.52



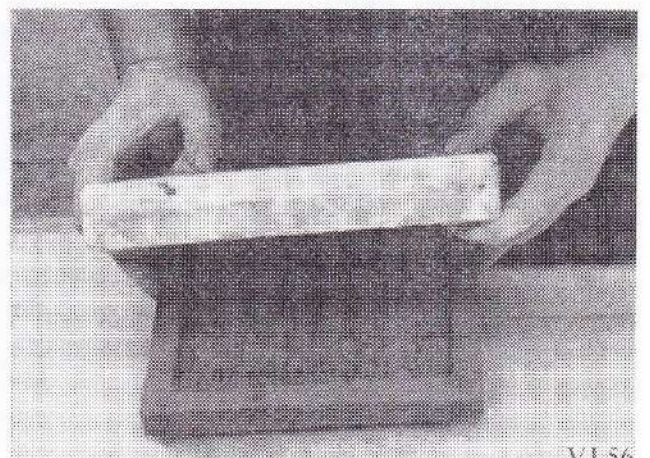
VI.53



VI.54



VI.55



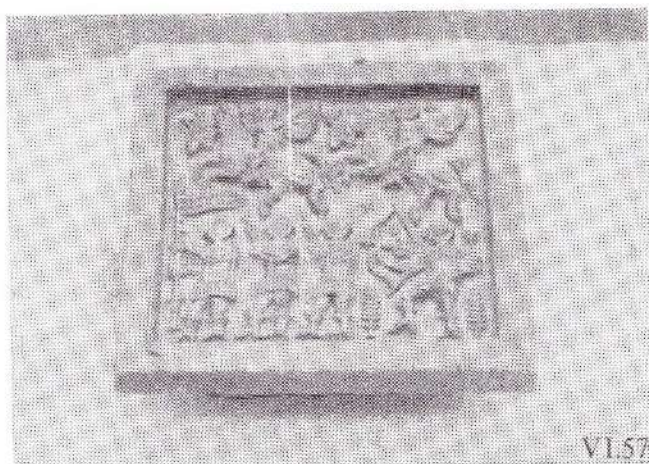
VI.56

VI.57. Изразец,
вынутый из формы

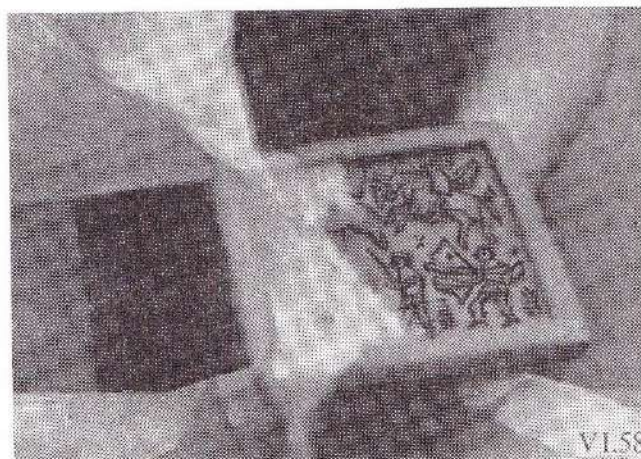
VI.58. Нанесение ангобного
покрытия до первого обжига

VI.59. Нанесение глазури

VI.60. Готовый изразец



VI.57



VI.58



VI.59



VI.60

гут быть автоматизированы. Следует отметить, что и в этом случае форма и роспись массового фарфора должны представлять собой гармонически целое и во всех случаях роспись не должна вступать в противоречие с формой. Еще раз следует подчеркнуть, что решение этой сложной задачи не менее важно, чем создание уникальных и серийных произведений прикладного искусства.

Выше уже были приведены семь способов формования керамических изделий, из которых последние четыре (№ 4,

5, 6 и 7) являются индустриальными, т.е. позволяют автоматизировать процесс формования керамических изделий.

Необходимо отметить, что при описании индустриальных способов получения керамических изделий мы будем рассматривать только работы формующих органов машин, оказывающих непосредственное влияние на формование изделий.

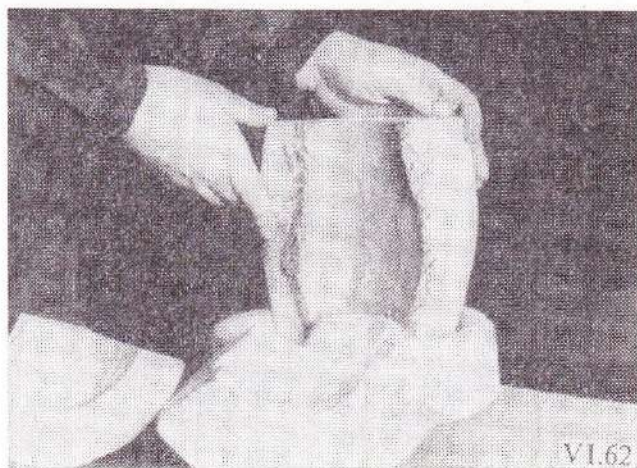
Способ свободной лепки. Этот древнейший способ заключается в том, что из глины, находящейся в состоянии пла-

VI.61. Заполнение отдельных частей формы
 VI.62. Установка заполненного
 куска формы в кожух
 VI.63. Промазка швов
 склеивающим шликером

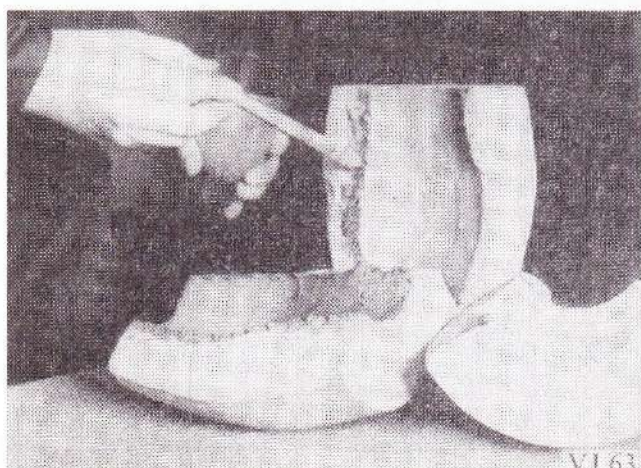
VI.64. Сборка формы,
 установка фиксирующего кольца
 и проминка швов
 VI.65. Разборка формы
 VI.66. Зачистка швов



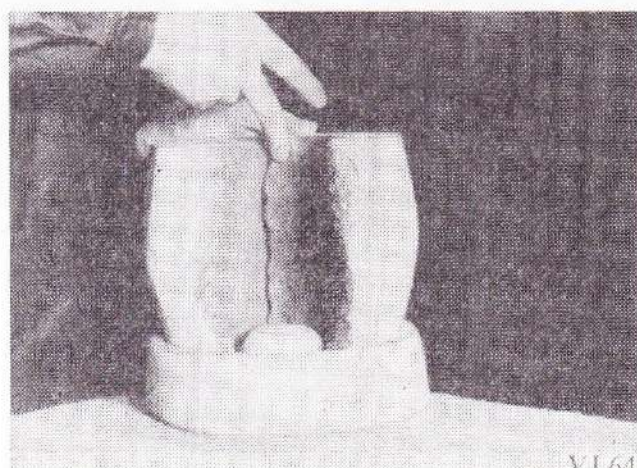
VI.61



VI.62



VI.63



VI.64



VI.65



VI.66

VI.67. Приставка ручки

VI.68. Кружка, подготовленная к утильному обжигу

VI.69. Две кружки

(одна, подготовленная к утильному обжигу — сырец, и готовая)



стического теста, лепились амулеты, бусы, скульптуры (главным образом малых форм) типа современных народных глиняных игрушек и свистулек. Горшки для варки пицци появились позднее. Они лепились путем «навивания» предварительно раскатанного глиняного жгута (рис. VI.1—VI.11).

Этот способ применяется иногда и в настоящее время при изготовлении крупногабаритных горшков и тиглей большого размера.

Способ свободного формования керамических изделий на гончарном круге. При этом способе формование основного объема изделий (всегда форма вращения) обеспечивается механическим воздействием рук гончара на заготовку из глины, находящейся в состоянии пластического теста. При вытягивании основного объема изделия гончар левой рукой поддерживает формируемую стенку сосуда изнутри, а с внешней стороны формирует изделие сначала непосредственно правой рукой, а затем отделяет с помощью специальных инструментов. Иногда, когда изделие уже подсохнет, гончар протачивает его клюшкой. Выточенное на гончарном круге изделие нередко сочетается с последующей свободной лепкой² или «приставкой» отдельно отформованного носика, ручки и других лепных деталей, а иногда гончарные изделия декорируют с помощью печаток и отдельно отштампованных налепок. Вращение гончарного круга осуществляют ногой или приводным механизмом (рис. VI. 12—VI. 30). Способ из-

VI.70. Установка формы в чашу станка, шаблон вводится во внутреннюю полость вращающейся формы

VI.71. Формующий шаблон в полости формы

VI.72. Распределение глины по внутренней

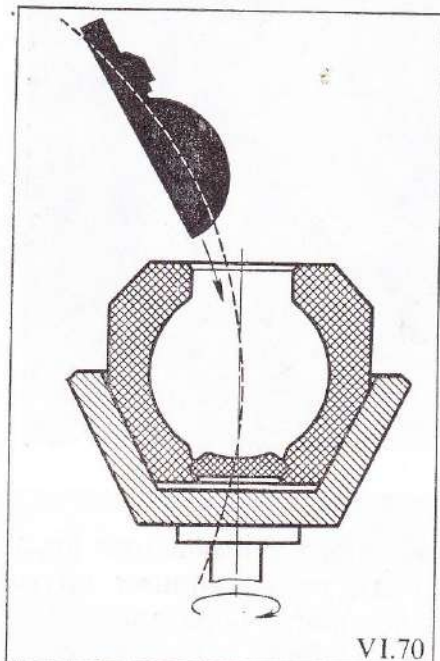
поверхности формы, формирующим шаблоном

VI.73. Формующий шаблон в рабочем состоянии. Глина равномерно распределяется по внутренней поверхности

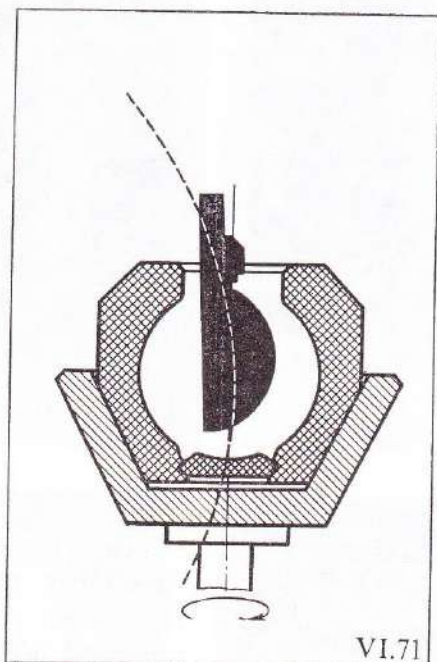
VI.74. Изделие отформовано, шаблон

отводится от внутренней поверхности изделия

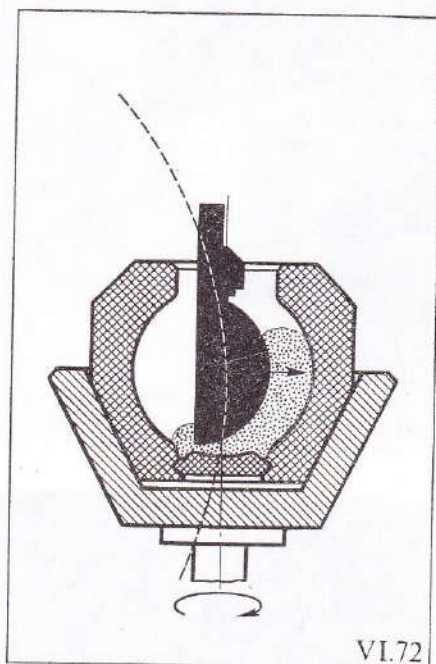
VI.75. Шаблон выводится из формы



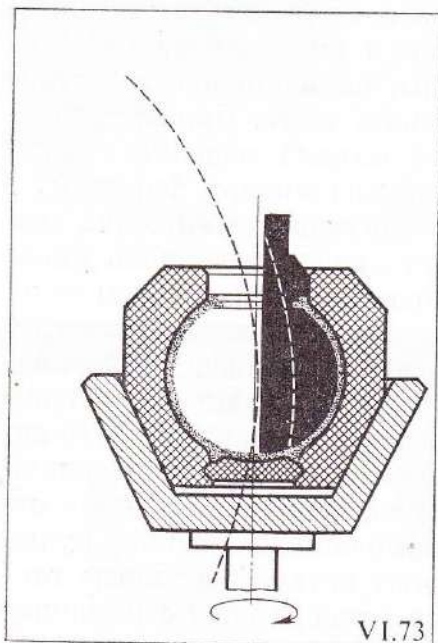
VI.70



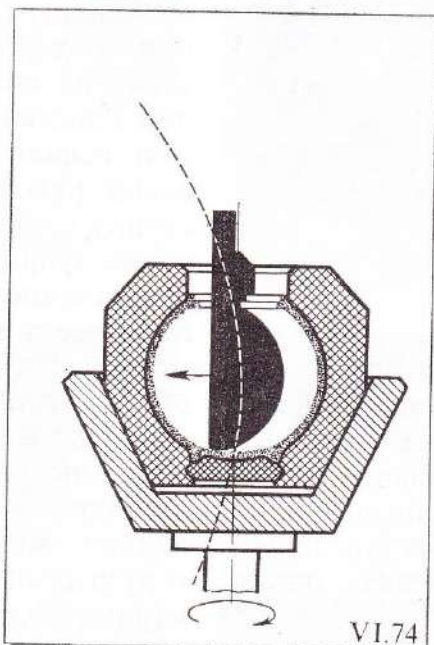
VI.71



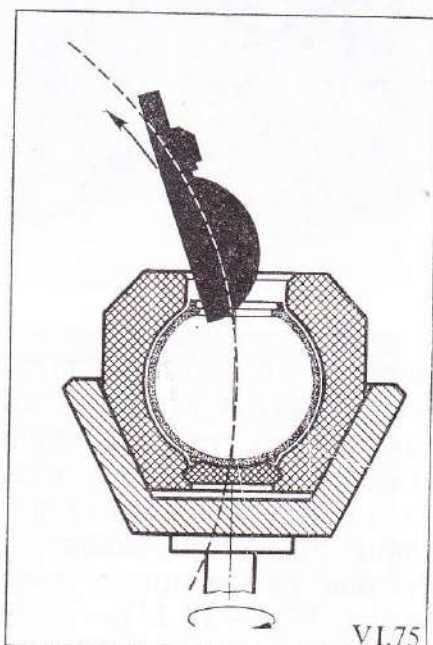
VI.72



VI.73



VI.74



VI.75

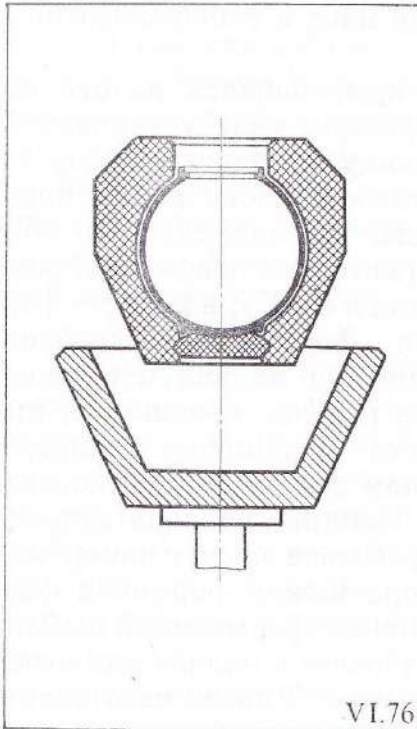
готовления изделий сложной формы монтируемых из отдельных деталей, изготовленных на гончарном круге, с по-

следующей пролежкой и отделкой печатками (Скопино) показан на рис. VI.31—VI.50).

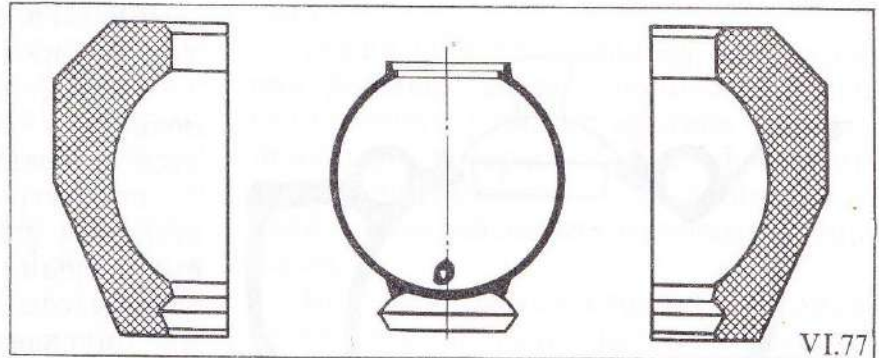
VI.76. Форма вынимается из чаши формовочного станка

VI.77. Форма раскрывается, изделие отправляется на сушку. Форма после сушки возвращается к формовочному станку

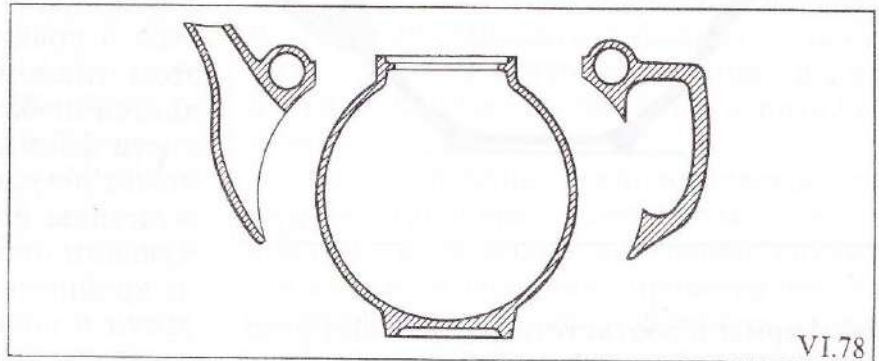
VI.78. Приставка деталей к отформованному чайнику



VI.76



VI.77



VI.78

Способ пластического формования ручным оттиском в форме. В различные исторические эпохи у разных народов этот способ изготовления керамических изделий осуществлялся с помощью форм из разнообразных материалов: каменные формы, позднее керамические применялись в древнем Египте при изготовлении «голубого фаянса»; танагрские статуэтки формовались по частям в керамических формах и затем монтировались и прорабатывались способом свободной лепки; русские рельефные изразцы XVI—XVII вв. изготавливали из пластической глины в деревянных формах, причем формообразование рельефной лицевой стороны изразца обеспечивалось (без доработки) за счет контррельефной резьбы, выполненной на нижней

доске формы, а тыльная часть изразцов («румпя») выполнялась способом свободной лепки (рис. VI. 51—VI. 60). В настоящее время формы для пластического формования оттиском изготавливаются в большинстве случаев из гипса. Формы могут быть открытыми в случае формования плоских изделий или разъемными при изготовлении изделий по объемным моделям сложных форм.

При изготовлении керамических изделий способом пластического формования оттиском в гипсовых формах формообразование модели практически не ограничено. Изделия могут изготавливаться из любой даже очень сложной формы. Сложность конфигурации модели в этом случае ограничивается только размерами и оптимальной конструкцией куско-



вой формы в соответствии со свойствами глины (требующей определенной компактности композиции), рациональным решением линий разъемов формы и конструктивного решения кожуха, обеспечивающего промин изделия изнутри (рис. VI. 61—VI. 69).

Способ пластического формования во вращающейся гипсовой форме с помощью формующего шаблона или формующего ролика. Этот способ заключается в том, что изделие формируется из пластической глиномассы между внутренней поверхностью вращающейся гипсовой формы и неподвижным металлическим формующим шаблоном или вращающимся вокруг собственной оси формующим роликом (рис. VI. 70—VI. 79). При этом толщина стенок изделия обеспечивается зазором между внутренней поверхностью формы и крайним рабочим положением формующего шаблона, введенного во внутреннюю полость формы.

Формование идет в такой последовательности:

форма, раскрывающаяся на две половины, в собранном виде устанавливается во вращающуюся чашу станка;

во внутреннюю полость формы подается ком глины, рассчитанный по объему изделия (методика расчета объема глиномассы дана в гл. V); в полость формы опускается формующий шаблон; формующий шаблон плавно перемещается в крайнее рабочее положение, при этом глиномасса равномерно распределяется шаблоном по внутренней поверхности формы. Толщина черепка изделия может регулироваться за счет изменения величины зазора между формой и формующим шаблоном; формующий шаблон из крайнего рабочего а положения выводится в положение б, после чего поднимается и выводится из формы; после вывода формующего шаблона из внутренней полости формы форма с изделием снимается с установочного конуса формующего станка (станок полуавтомат или станок автомат); форма с изделием подается на сушку; форма раскрыта; изделие вынимается из формы и идет на дальнейшую обработку; форма после сушки возвращается к формующему агрегату, и цикл начинается снова.

Специфика формообразования этого технологического способа формования заключается в том, что отверстия во внутреннюю полость приходится делать большого диаметра с тем, чтобы можно было вывести формующий шаблон из внутренней полости изделия, не срезав край отверстия. Пластическое формование во вращающейся форме с помощью формующего шаблона или формующего

ролика требует внесения в конструкцию сосудов ряда конструктивных поправок, которые иногда вступают в противоречие с функциональными требованиями и затрудняют решение эстетических задач (в отношении пропорции) основного объема и сомасштабности «приставных» деталей (носики чайников, ручки крышки и др.). Кроме того, этот способ формования позволяет формовать изделия, представляющие собой только формы вращения, что обедняет возможности проектировщика в отношении применения других форм основного объема и требует «приставки» деталей, т. е. дополнительной montировки.

Независимо от системы механизмов, приводящих во вращение форму, и независимо от системы выведения формирующего шаблона из внутренней полости формы (делается это вручную или автоматически), кинематика выведения формирующего шаблона или формирующего ролика применяется четырех типов:

Формирующий шаблон или формирующий ролик выводится из крайнего рабочего положения вверх по радиусу.

Формирующий шаблон или формирующий ролик выводится из крайнего рабочего положения одним движением вверх по вертикали.

Формирующий шаблон или формирующий ролик отводится от крайнего рабочего положения по радиусу, лежащему в горизонтальной плоскости, и затем поднимается вверх по радиусу.

Формирующий шаблон или формирующий ролик отводится от крайнего рабочего положения по горизонтальной прямой и затем перпендикулярно к этой прямой вдоль оси вращения формы — вверх.

Художник-керамист, проектирующий промышленные образцы для фарфоро-фаянсовой промышленности, приводя свой первоначальный проект в соответствие с технологическими требованиями

того конкретного фарфорового или фаянсового завода, где будут выпускаться проектируемые им изделия, должен ознакомиться с технологическими возможностями завода и проверить реальную возможность осуществления его проекта.

Выше уже упоминалось, что художник должен знать формообразующие возможности рабочих органов машин, с помощью которых будут формоваться проектируемые художником изделия, выпускаемые массовыми тиражами.

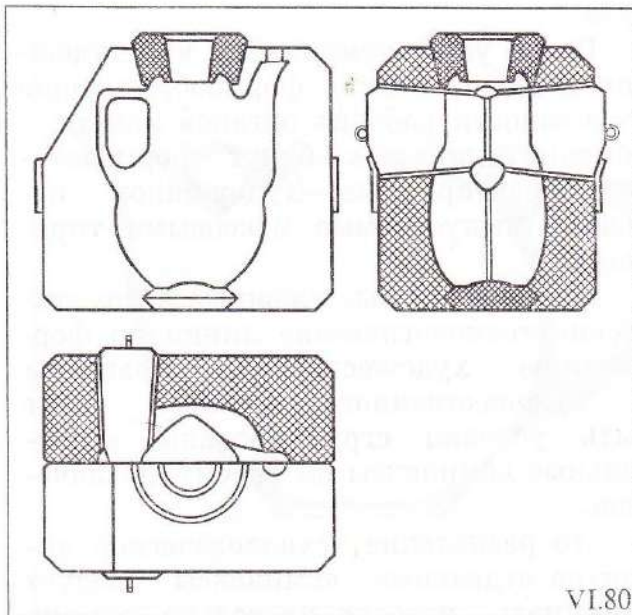
Все, даже самые сложные автоматические технологические линии по формованию художественного фарфора и художественного фаянса, могут быть условно сгруппированы в отдельные комплексы по своему назначению.

Это разделение технологической линии на отдельные комплексы следует принимать условно не только потому, что не всегда возможно провести четкую границу, где кончаются функции одного комплекса и начинаются функции другого, но такое разграничение обусловлено предметом учебной дисциплины, изучающей закономерности формообразования промышленных образцов художественного фарфора и художественного фаянса.

Прежде всего должны быть выделены для изучения художниками-керамистами формирующие органы машин или системы машин, формообразующие возможности которых художник должен изучать самым подробным образом и, если устройство двигателей он может и не знать вообще, то об устройстве передаточных механизмов (машин-трансмиссий) иметь только общее представление (главным образом с точки зрения возможности переналадки машин и техники безопасности).

Формование способом пликерного литья в гипсовые формы. Литье из гли-

VI.80. Гипсовая форма
для шликерного литья кофейника



VI.80

номассы, увлажненной до жидкотекучей консистенции, называемой в производстве шликером, основано на свойстве гипса (за счет его пористости) впитывать влагу и свойстве глины при снижении влажности переходить из жидкого шликера в состояние пластического теста.

При заливке шликера во внутреннюю полость гипсовой формы сразу начинается перераспределение влаги между шликером, который отдает влагу, и гипсовой формой, которая эту влагу впитывает (рис. VI. 80—VI. 91).

Процесс перераспределения влаги идет равномерно по всей поверхности соприкосновения гипсовой формы со шликером. В результате перераспределения влаги на внутренней рабочей поверхности гипсовой формы из шликера образуется слой глиномассы, переходящий в состояние пластического теста.

VI.81—VI.82. Заливка шликера
вручную



VI.81

Образование слоя идет равномерно, замедленно. Если скорость образования толщины слоя в начале перераспределения влаги между шликером и гипсовой формой составляет максимальную величину, то по мере увлажнения гипсовой формы нарастание толщины слоя замедляется и при полном влагонасыщении формы прекращается совсем.

Однако держать шликер в форме до полного влагонасыщения формы технологически нецелесообразно. Толщина образующегося слоя и скорость его нарастания зависят от совокупности ряда факторов, из которых первостепенное значение имеют: состав шликера, влажность шликера (его рабочая консистенция), степень пористости гипсовой формы, начальная влажность гипсовой формы и др. Когда форма «набрала» заданную толщину слоя глиномассы, шликер из внутренней полости формы выливает-

VI.83. Остаток шликера сливается

VI.84. Установка формы так, чтобы остаток шликера заполнил пустоту в ручке

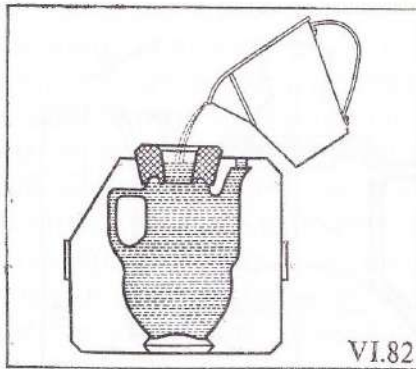
VI.85. Форма в вертикальном положении, перераспределение влаги продолжается

VI.86. Разборка формы.

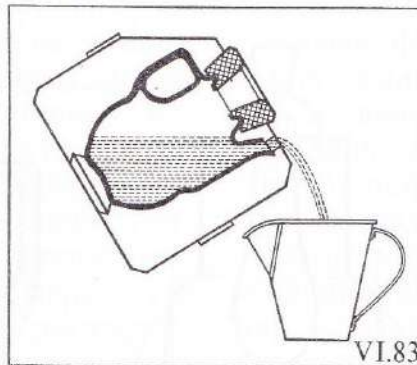
Удаление деталей, формирующих ручку

VI.87—VI.88. Отлитое изделие за счет воздушной усадки отходит от стенок формы

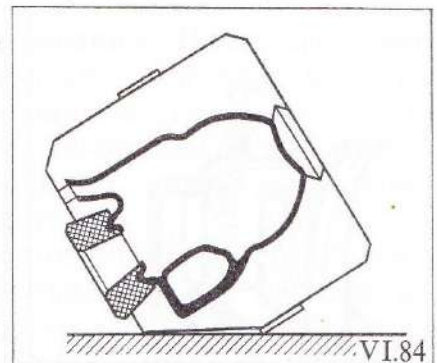
VI.89. Разборка формы. Изделие и форма сушатся отдельно



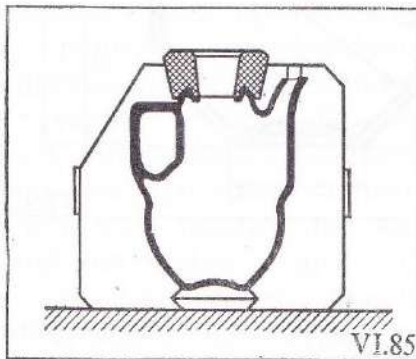
VI.82



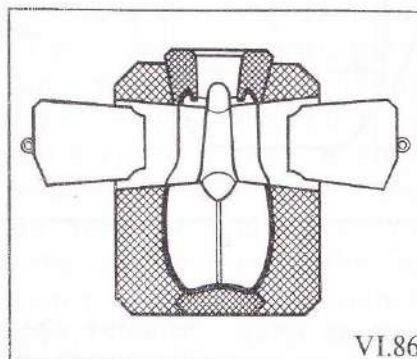
VI.83



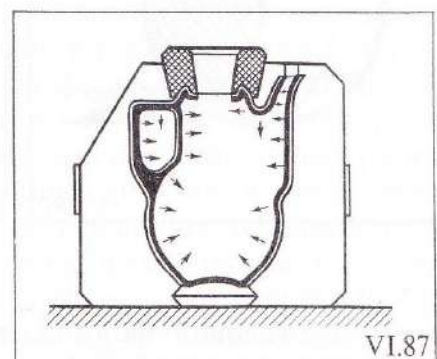
VI.84



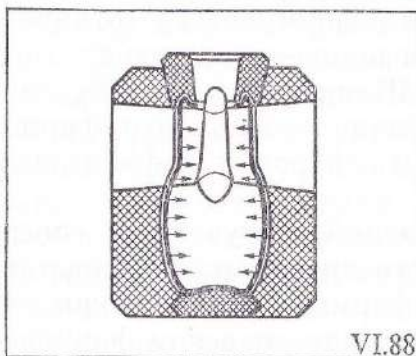
VI.85



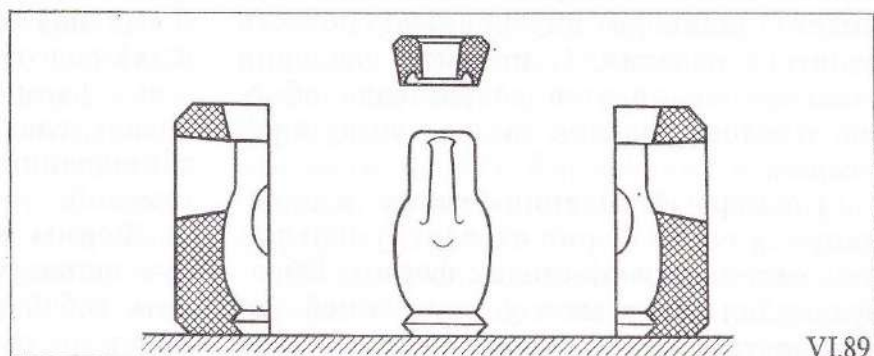
VI.86



VI.87



VI.88



VI.89

ся, а слой глиномассы, образовавшейся из шликера на внутренней поверхности формы, остается.

После удаления шликера из внутренней полости формы перераспределение влаги между гипсовой формой и образовавшимся слоем глиномассы продолжается. Теперь (после удаления шликера)

оставшийся в форме слой загустевшего шликера представляет собой отформованное способом шликерного литья пустотелое керамическое изделие-сырец.

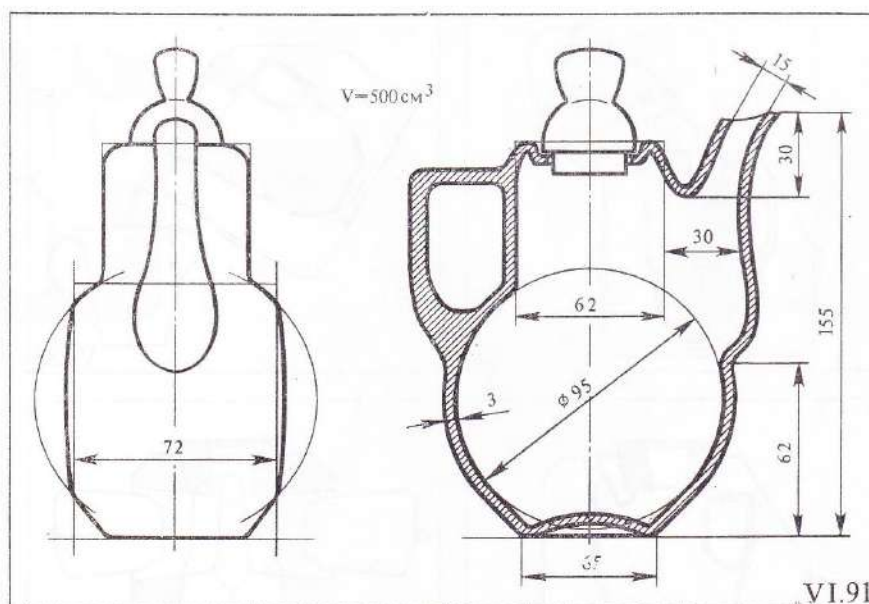
Влагоотдача отлитого изделия после удаления шликера происходит не только за счет продолжения процесса перераспределения влаги между отлитым изде-

VI.90. Предварительный эскиз чайника



VI.90

VI.91. Размеры, полученные расчетом, определяют емкость изделия, расход фарфоровой массы и глазури



VI.91

лием и гипсовой формой, но и за счет отдачи влаги воздуху, наполнившему вместо шликера внутреннюю полость отлитого изделия. С момента удаления шликера начинается сокращение объема отлитого изделия за счет воздушной усадки.

По мере высыхания отлитое и находящееся еще в форме изделие, уменьшаясь, отделяется от стенок формы. Образующийся зазор между внутренней поверхностью формы прекращает перераспределение влаги между отлитым изделием и формой, и влагоотдача изделия происходит в основном за счет соприкосновения с воздухом. По мере дальнейшего высыхания отлитое изделие отделяется все больше и больше от внутренних поверхностей стенок формы и остается в форме, опираясь на нижнюю часть внутренней полости формы. Эти особенности шликерного литья обуслов-

ливают ярко выраженную специфику формообразования фарфоровых и фаянсовых изделий, формируемых (отливаемых) способом шликерного литья в гипсовые формы. Шликерное литье обуславливает следующие особенности формообразования фарфоровых и фаянсовых изделий.

Формы изделий, получаемых способом шликерного литья, могут представлять собой и формы вращения, как это имеет место при пластическом формовании во вращающихся гипсовых формах с помощью формирующего шаблона или формирующего ролика и, кроме того, способом шликерного литья можно получить самые разнообразные формы различных сечений.

Например, если требуется организовать технологическую линию по изготовлению чайников с использованием способа пластического формования, то не-

обходимо будет корпус чайника, носик и ручку формовать раздельно и затем монтировать. Кроме того, необходимо, чтобы корпус чайника представлял собой обязательно форму вращения и имел достаточно широкое отверстие для того, чтобы в это отверстие мог пройти формирующий шаблон, хотя в эксплуатации широкое отверстие противоречит функциональному назначению чайника, так как в чайнике с большим отверстием чай будет быстрее остывать. Способом шликерного литья можно, во-первых, отлить сразу корпус, носик и ручку, слитыми в единое целое за один прием, что весьма упрощает технологию изготовления; во-вторых, корпус чайника может необязательно представлять собой форму вращения, что при больших размерах чайника не всегда удобно в эксплуатации; в-третьих, отверстие чайника может быть уменьшено в соответствии с требованиями функционального процесса (заварка чая, разливание чая по чашкам, удобство мойки и др.). Однако способ шликерного литья предъявляет свои, присущие только этому способу, требования к художнику-керамисту, проектирующему модель, удовлетворение которых обуславливает специфику формообразования изделий, изготавливаемых способом шликерного литья: во-первых, формы корпуса, ручки и носика должны быть сделаны «на выход» с тем, чтобы можно было бы легко вынимать отливку из формы; во-вторых, при отливке корпуса чайника, ручки и носика как единого целого, между носиком и корпусом не удастся получить решетку, что заставляет прибегать к изготовлению дополнительного приспособления для удержания чайнок во внутренней (рабочей) полости чайника.

Для того чтобы сложную форму можно было выполнить способом шликерного литья, необходимо переработать модель, сделав ее более компактной, причем все выступающие или углублен-

ные детали скульптуры сделать «на выход».

На рис. VI. 92—VI. 99 показана переработка скопинского кувшина «Полкан» под шликерное литье.

Изготовление керамических изделий с использованием сочетания нескольких способов формования. Например, сочетания пластического способа формования во вращающейся гипсовой форме металлическим шаблоном или роликом; способа шликерного литья и монтировки приставных деталей.

Этот комбинированный способ изготовления довольно широко распространен на фарфоровых заводах. Как правило, корпуса чайников, сахарниц, чашки, тарелки, пиалы и другие открытые формы изготавливают пластическим способом с помощью формирующего шаблона, а носики и ручки чайников, сахарниц, чашек и кружек — способом шликерного литья. Приставка деталей в настоящее время составляет довольно большой объем работ на всех фарфоровых и фаянсовых заводах. Передовые заводы начинают переходить на шликерное литье во все больших масштабах.

Сочетание пластического формования с последующим шликерным литьем в одной общей форме показано на примере изготовления моделей, форм и последовательности формования и на скопинском кувшине сложной формы (рис. VI. 100—VI. 114).

Формование способом штамповки из порошкообразной глиномассы в металлических пресс-формах. Этот способ формования ограничивает конфигурацию изделий плоской открытой формы. Способ распространен в области производства главным образом облицовочных фаянсовых плиток, плиток для полов, сухого прессования кирпича и строительной керамики несложных форм. В производстве фарфоровой и фаянсовой посуды может быть применен для штамповки тарелок, блюд и др.

VI.93. Переработка модели
скопинской формы «Полкан»
для изготовления гипсовой формы
под шликерное литье



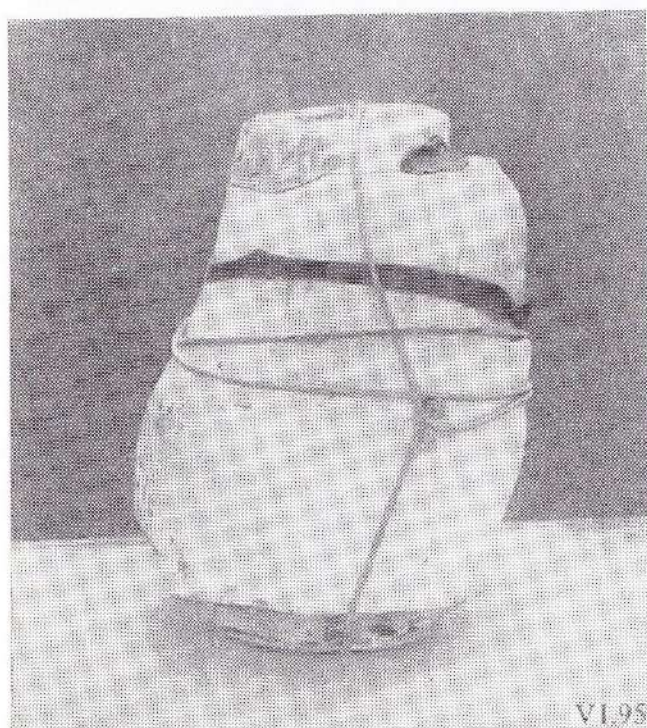
VI.93

VI.94. Изготовление кусковой формы
под шликерное литье

VI.95. Подготовка формы для отливки
VI.96. Отливка кувшина «Полкан»



VI.94



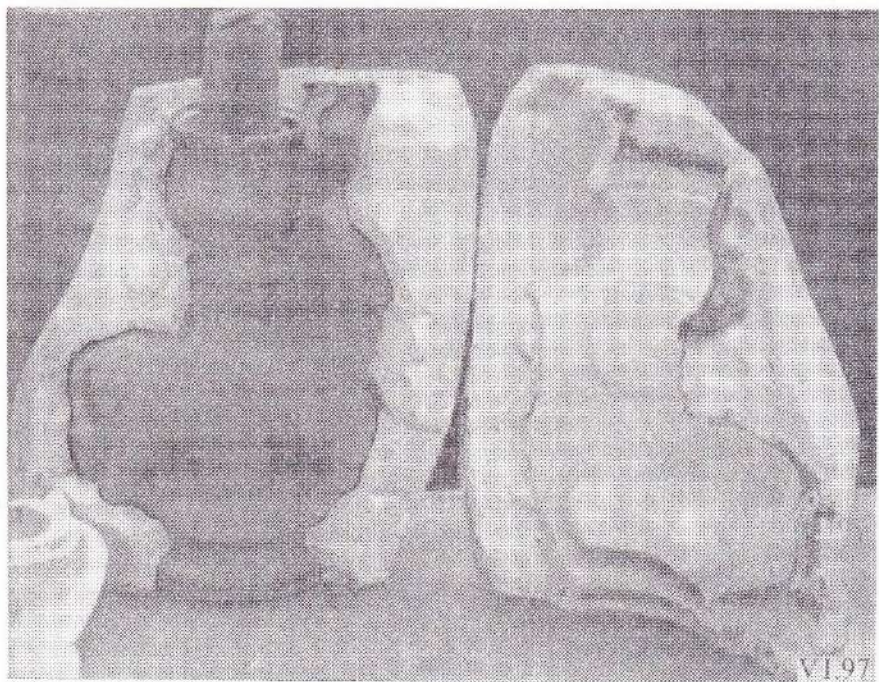
VI.95



VI.96

VI.97. Разборка формы
VI.98. Зачистка швов

VI.99. Глазуrowание
VI.100. Готовый кувшин



VI.101. Изготовление
составной части модели

VI.102. Вытачивание
горловины модели

VI.103. Монтаж
корпуса модели

VI.104. Приставка к модели
носика и ручки

VI.105. Изготовление гипсовой
формы кувшина



VI.101



VI.102



VI.103



VI.104



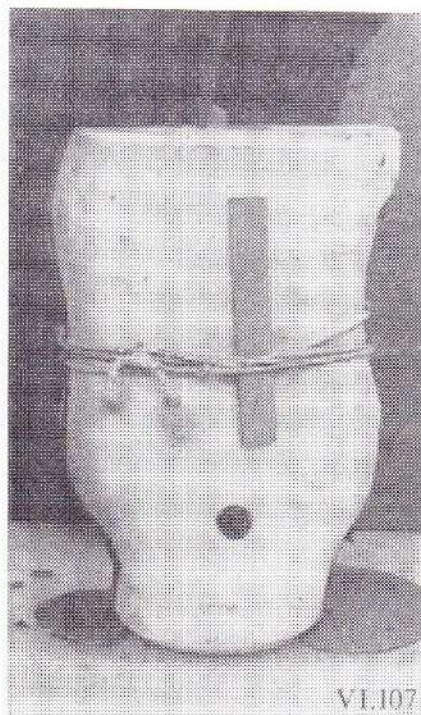
VI.105

VI.106. Заполнение основания формы
способом пластического оттиска
VI.107. Сборка формы и заливка
ее шликером

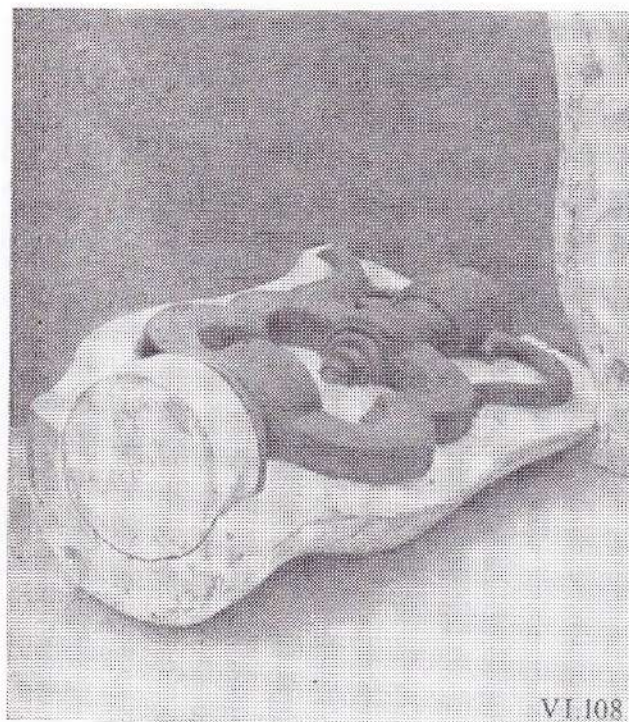
VI.108—VI.109. Разборка формы
и освобождение изделий от формы



VI.106



VI.107



VI.108



VI.109

VI.110. Освобождение изделия из формы
 VI.111—VI.112. Зачистка швов
 и ручная доработка рельефных украшений

VI.113. Изделие, подготовленное
 к утильному обжигу
 VI.114. Готовое изделие



VI.110



VI.111



VI.112



VI.113



VI.114

VI.3

Изготовление опытных образцов и внесение возможных поправок в форму изделий в соответствии с особенностями заводской технологии (исходного сырья, конструкции оборудования печей и т. п.)

Как уже было сказано в предыдущем разделе, на фарфоровом заводе были проведены экспериментальные работы с целью подготовки проекта к его осуществлению в материале. Все спроектированные предметы двух наборов фарфоровой посуды кофейного и чайного наборов для кафе и чайной самообслуживания оказались вполне технологичными и их выполнение в материале в условиях заводского производства не встретили каких-либо трудностей, за исключением большого чайника, который, однако, после внесения в его конструкцию незначительных изменений оказался вполне технологичным. Изготовление опытных образцов является очень ответственным этапом проектирования промышленных образцов, так как он по существу является испытанием всей методики проектирования и одновременно испытанием на технологичность в условиях современного массового производства художественного фарфора (рис. VI.115—VI.129).

На рис. VI.130—VI.139 показаны два комплекта фарфоровых наборов для кафе и чайной самообслуживания: кофейный набор фарфоровой посуды для кафе самообслуживания, чайный набор для чайной самообслуживания.

VI.4

Испытание посуды промышленных образцов в условиях эксплуатации на предприятиях общественного питания самообслуживания

Это очень ответственный этап проектирования промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности.

В результате испытания опытной партии посуды в условиях предприятий общественного питания могут быть забракованы отдельные предметы или даже весь набор в целом, так как эти испытания должны проводиться в условиях функционального процесса. Например при испытании посуды в условиях функционального процесса может сложиться такая ситуация, при которой посуда будет очень удобной при использовании ее по прямому назначению и одновременно окажется, что где-то в углах внутреннего рабочего объема одного или нескольких предметов плохо вымытой, при этом, возможно, возникнет вопрос об усовершенствовании механизма мойки или изменении форм посуды с тем, чтобы вся внутренняя поверхность рабочего объема посуды была легко доступна для моющего механизма.

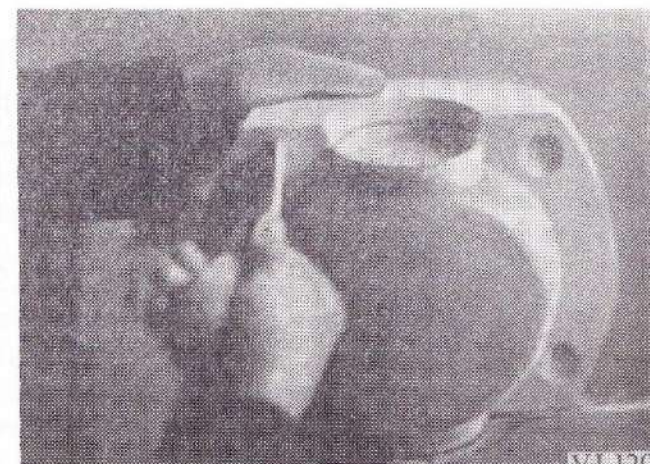
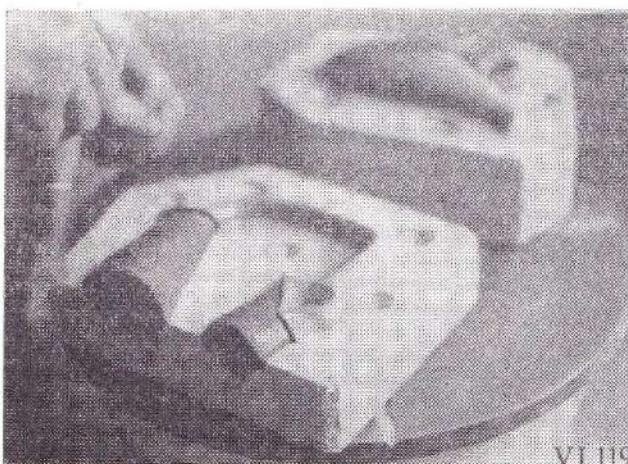
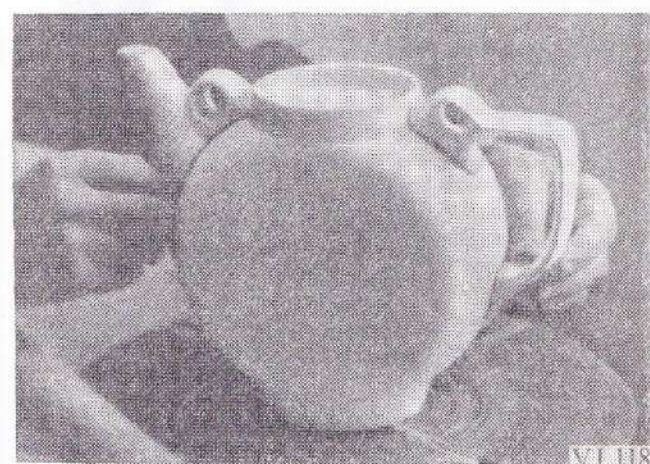
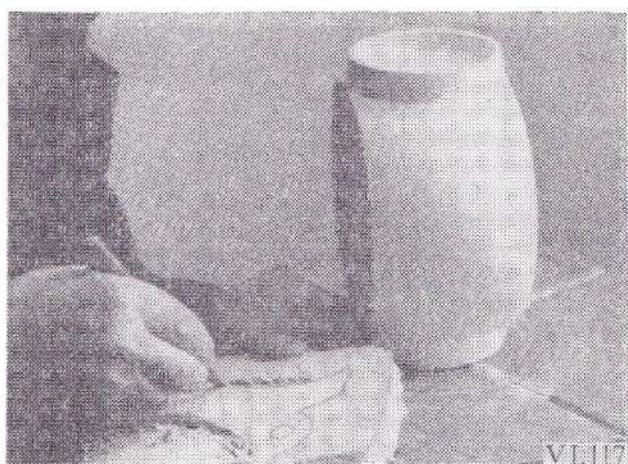
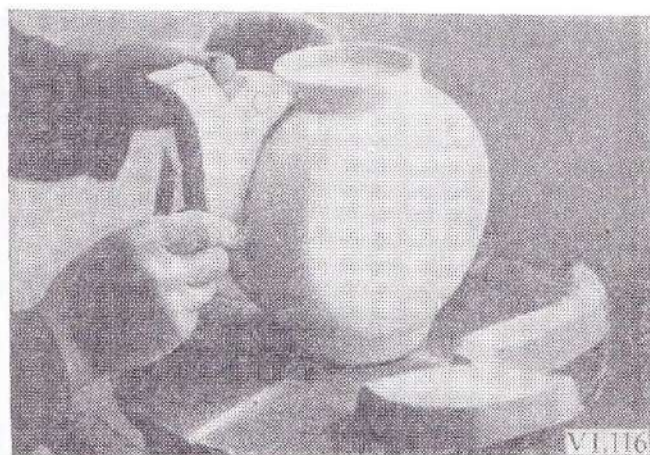
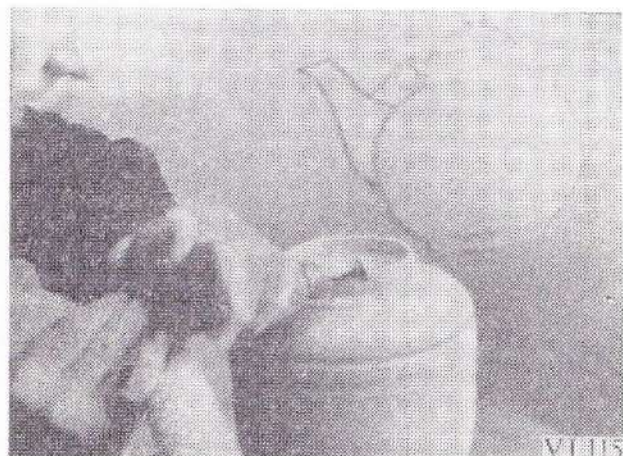
При испытаниях может возникнуть целый ряд вопросов, на которые художник-керамист, проектирующий фарфоровую посуду, обязан дать квалифицированный ответ и в случае справедливых требований внести в проект необходимые поправки.

VI.5

Утверждение проекта фарфоровой посуды в качестве промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности

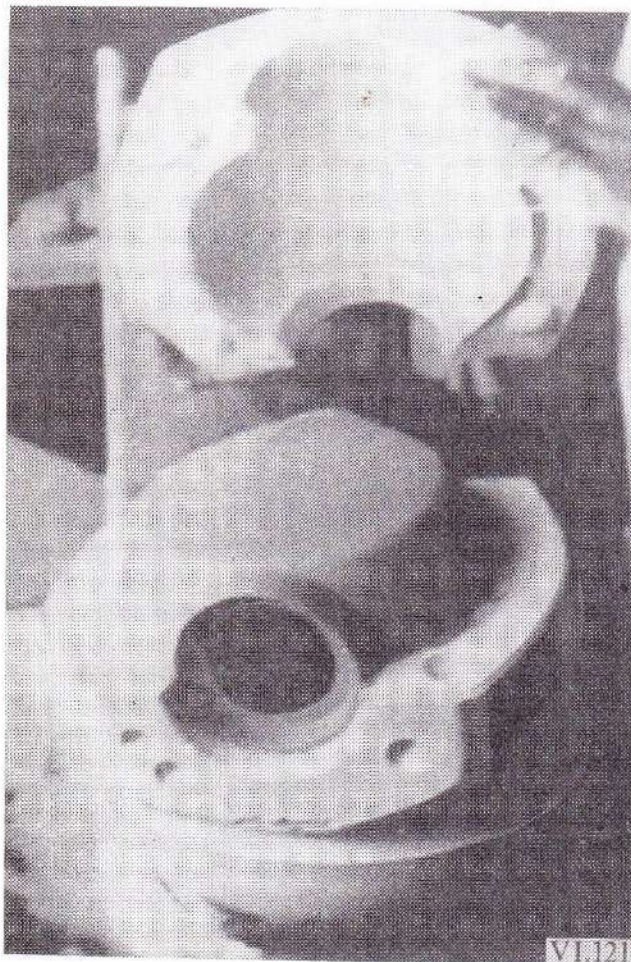
В работе по утверждению проекта промышленных образцов должны принимать участие специалисты — представители фарфоровых заводов, главных управлений фарфоро-фаянсовой промышленности Министерства легкой промышленности и Министерства торговли. На окончательное утверждение должны представляться эталоны промышленных образцов, чертежи изделий, моделей и форм, а также экономические расчеты,

VI.115—VI.118. Изготовление
моделей чайника

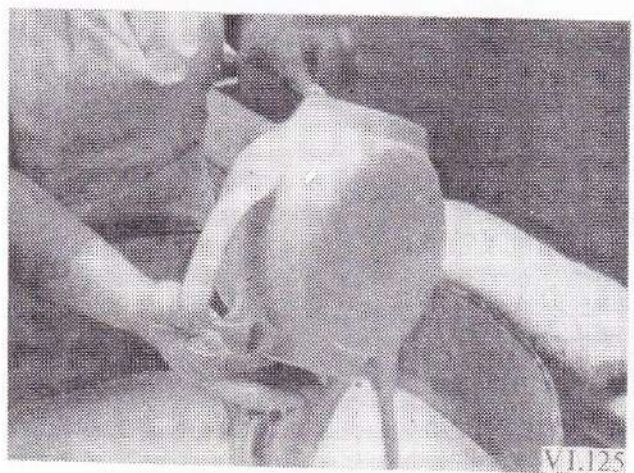
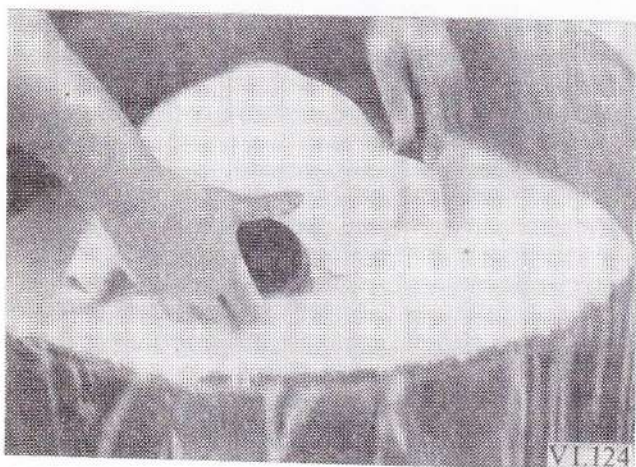
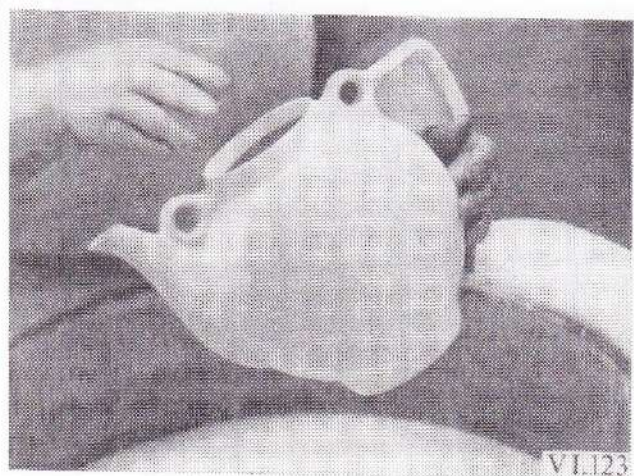
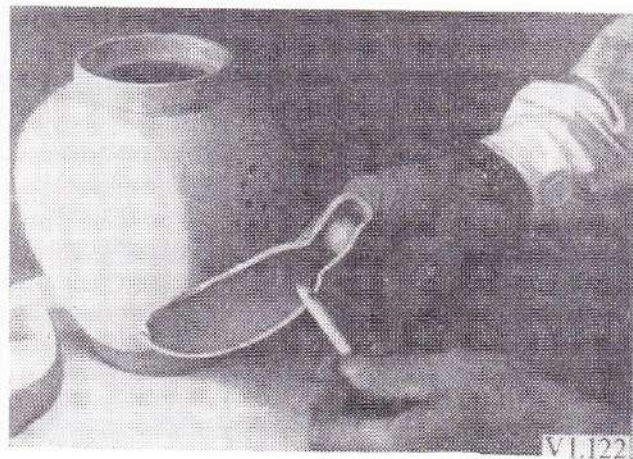


VI.119—VI.120. Изготовление форм
для отливки деталей того же чайника

VI.121. Формование
корпуса чайника



VI.122. Сборка деталей
(приставка носика)
VI.123—VI.127. Глазурование
чайника



VI.128. Установка чайников
в туннельную печь



VI.126

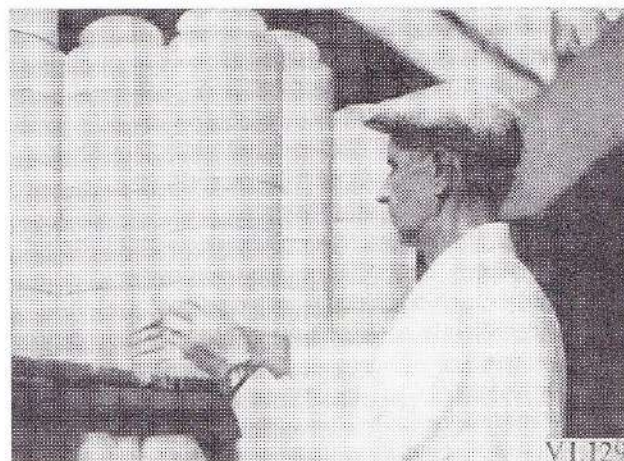
VI.129. Выборка
чайников из обжига



VI.127



VI.128



VI.129

подтверждающие рентабельность освоения предлагаемых промышленных образцов как для производства, так и эксплуатации.

Работа по проектированию новых видов промышленных образцов фарфоровой и фаянсовой посуды в связи с развитием общественного питания и коренными изменениями жилых квартир, обставленных новыми типами малогабаритной мебели, должна вестись в такой последовательности:

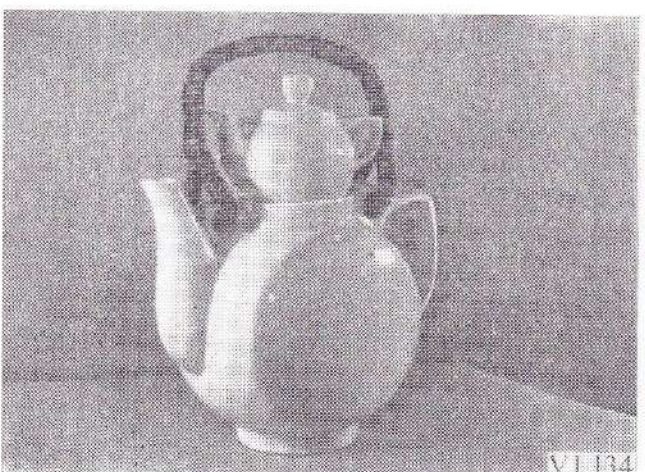
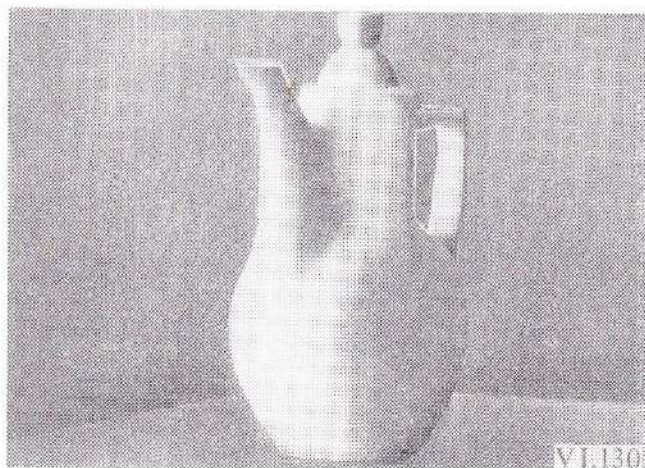
1. Анализ проблемы комплексной механизации на предприятиях общественного питания при учете перспективы перехода в будущем на заводское изготовление готовых блюд.

2. Выявление необходимого ассортимента и новых форм посуды в соответствии с требованиями, предъявляемыми комплексной механизацией предприятий общественного питания.

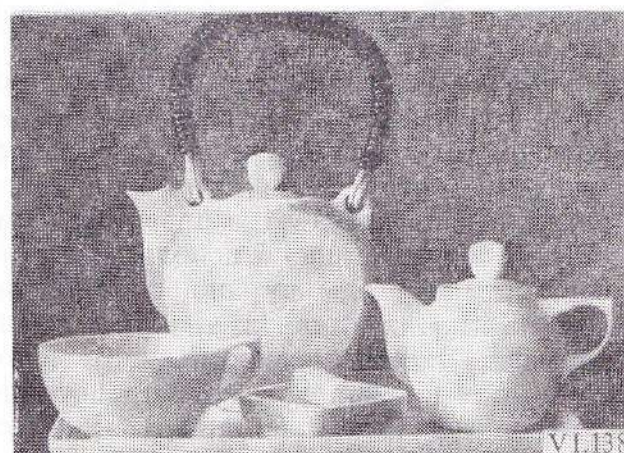
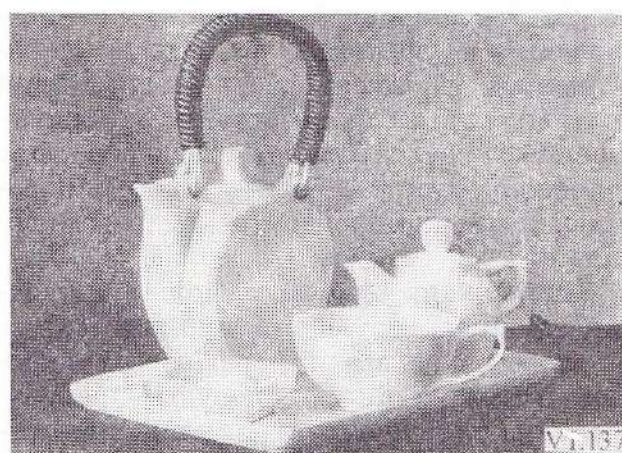
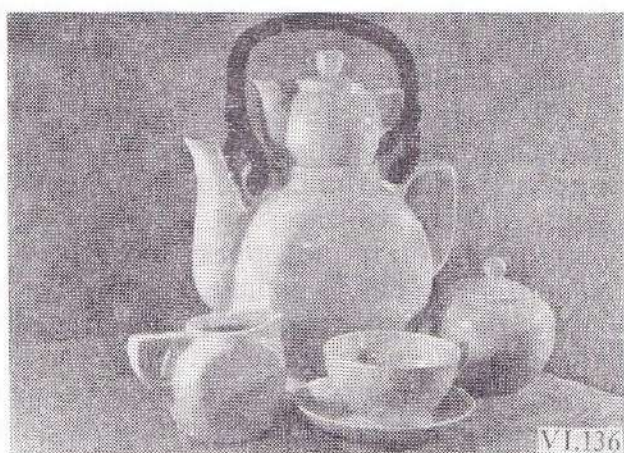
3. Выявление оптимальных свойств керамических материалов (фарфор, фа-

VI.130—VI.133. Кофейные приборы
для кафе самообслуживания

VI.134—VI.135. Чайные приборы
для чайной самообслуживания



VI.136—VI.139. Чайные приборы
для чайной самообслуживания



янс, майолика, каменные керамические массы) для новых видов посуды, предназначенной для применения в предприятиях общественного питания.

4. Развертывание проектной задачи как элемента создания предметной среды, где на первый план выдвигается не техническая простота массового стандартного продукта (фарфоровой, фаянсовой, майоликовой или «каменной» посуды), а, напротив, индивидуальные качества интерьера конкретного предприятия общественного питания (завод-

ская столовая, клубный буфет, ресторан, кафе, закусочная, пельменная, шашлычная и т. д.).

5. Следующая ступень работы — это изучение возможностей адаптации комплекса оборудования и посуды в различных помещениях.

6. Анализ форм и ассортимента посуды в соответствии с требованиями заводской технологии: исходные материалы и влияние их физико-химических свойств на формирование керамических материалов, влияние основных тех-

нологических переходов на формообразование вновь разрабатываемой посуды начиная от формования, сушки и обжига и кончая упаковкой.

7. Анализ предлагаемых решений с точки зрения требований экономики.

8. Завершающей ступенью проектирования фарфоровой, фаянсовой, майоликовой и «каменной» керамической посуды является собственно художественное проектирование, развертывание проектирования в соответствии с перечисленным комплексом исходных требований.

Содержание труда художника-керамиста, проектирующего промышленные образцы посуды для фарфорово-фаянсовой промышленности, посуды, предназначенной для эксплуатации в жилом интерьере, следующее:

1. Анализ типовых квартир и типовой мебели, выпускаемой современной мебельной промышленностью.

2. Выявление необходимого ассортимента посуды и рабочих объемов каждого предмета, входящего в сервиз в соответствии с современным рационом питания.

3. Выяснение оптимальных габаритных размеров посуды в соответствии с размерами полок сервантов и рабочими объемами кухонных шкафов, размерами моек и обеденных столов (современной малогабаритной мебели).

4. При проектировании керамической посуды (фарфор, фаянс, майолика, каменные массы) для жилого интерьера необходимо разрабатывать по крайней мере несколько комплектов (сервизов) посуды. Один-два для повседневного обеденного пользования и несколько праздничных (тематических и декоративных). Праздничные сервизы, находясь за стеклом серванта, даже в будни должны работать как элемент предметной среды, а в праздничные дни богато декорированный сервиз, поставленный на праздничный стол, динамически уча-

ствует в оформлении жилого интерьера.

При проектировании праздничных сервизов на первый план выдвигается разработка большого числа тематических и декоративных вариантов росписей. Сервизы должны быть выразительными, богатыми по цвету и интересными по композиции.

Достаточное внимание должно уделяться и декоративным вариантам росписей (подглазурная, надглазурная живопись, цветные массы и др.) с тем, чтобы можно было подобрать по цвету и характеру росписи сервиз, который усиливал бы индивидуальные качества интерьера конкретной жилой квартиры.

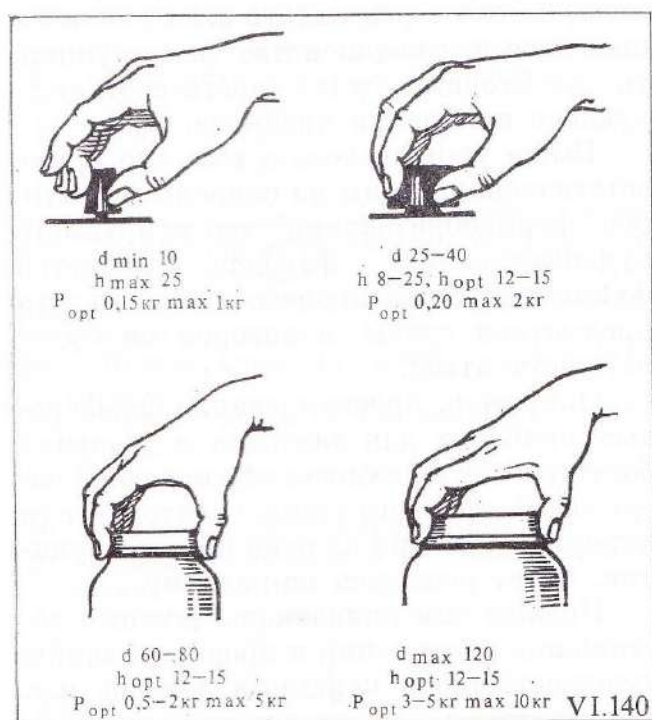
5. Следующая ступень проектирования — это проблема гибкости пространственной адаптации комплекса мебели и посуды в помещениях кухни и столовой жилой квартиры.

6. Анализ форм и ассортимента посуды в соответствии с требованиями заводской технологии начиная от обработки сырья, формования, сушки, обжига, росписи. При разработке проекта росписи необходимо широко использовать современные методы тиражирования, такие, как печать, деколь, трафарет, шелкографию и другие способы, позволяющие автоматизировать декорирование фарфора, фаянса, майолики и каменных масс.

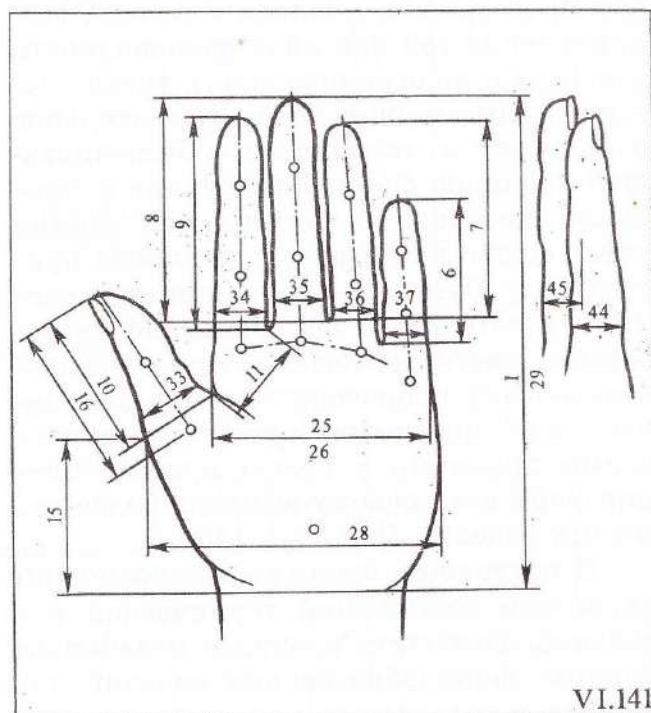
7. Анализ предлагаемых решений в соответствии с требованиями экономики.

Из приведенных примеров последовательности комплексного художественного проектирования новых промышленных образцов для фарфорово-фаянсовой промышленности видно, что труд художника-керамиста в связи с научно-техническим прогрессом несоизмеримо усложняется. Развитие техники массового производства крупнейших фарфоровых и фаянсовых заводов по производству чайной, кофейной, обеденной и специальной посуды, предназначенной-

VI.140. Положение руки при захвате крышки

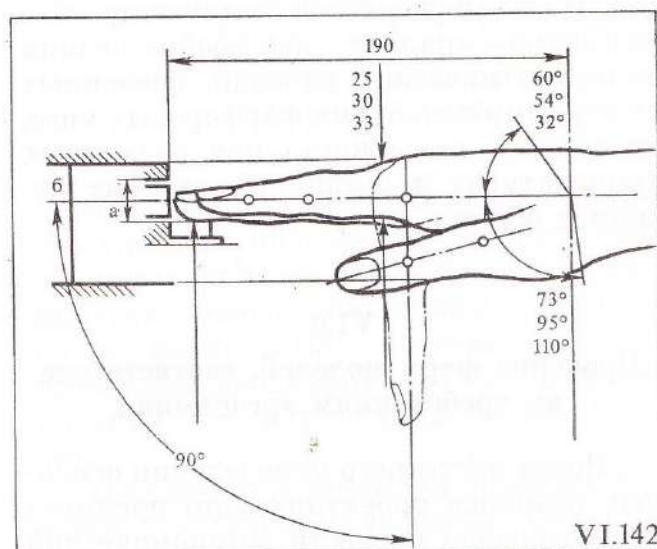


VI.141—VI.142. Антропометрические данные руки, разработанные НИИ Антропологии МГУ (1958—1959)



ся для эксплуатации как в условиях современной жилой квартиры, так и в условиях предприятий общественного питания (столовых самообслуживания на заводах, кафе, столовых городского типа, питания в условиях полевых станций, на самолетах и др.) ставит художников-керамистов перед необходимостью поновому вести проектирование промышленных образцов.

Прежде всего проектировщик художественного фарфора должен исходить, во-первых, из требований условий эксплуатации проектируемой посуды и эстетического уровня современной предметной среды и архитектурных требований, предъявляемых к интерьером (жилой квартиры, предприятий общественного питания, интерьера самолета и



т. п.); во-вторых, из требований современного уровня техники и технологии заводского производства.

Необходимо особо подчеркнуть, что при проведении художественно-конструкторского анализа прототипов и аналогов необходимо вести конструирование проектируемых изделий с учетом специфических свойств фарфора, рассматривая прототипы и аналоги с начала возникновения той или иной разновидности фарфора и не ограничиваться только достижениями наших дней. Внимательное отношение к технологии, обеспечивавшей заданное формообразование в прошлом, необходимо потому, что многие технологические и конструктивные приемы, разработанные ранее при применении ручного труда высококвалифицированных мастеров, позднее при переходе к массовому производству, были заменены более примитивными технологическими приемами с целью приспособления форм к массовому выпуску более дешевых изделий (рис. V.I. 140).

В настоящее время вполне возможно на основе достижений технической революции возродить сложные позабытые приемы формообразования изделий, но уже на новом высоком уровне технологии. Поэтому уделяется соответствующее внимание анализу формообразования тонкокерамических изделий, связанных со старыми рецептами фарфоровых масс, глазурей и их обжига при различных температурах и различных газовых режимах обжига.

VI.6

Проверка форм моделей, соответствие их требованиям эргономики

После расчетного определения основных размеров проектируемого предмета целесообразно провести эргономический анализ композиции как с точки зрения антропометрических требований, так и с точки зрения трудовых процессов людей, работающих в предприятиях общественного питания и кухнях жилых

квартир, а также после выполнения образцов в материале и испытания их в условиях функционального процесса на предприятиях общественного питания и кухонь жилых квартир целесообразно снова вернуться к эргономическому анализу, и если в результате этих анализов выявится несовершенство конструкций, то необходимо будет внести соответствующее изменение предмета.

Выше упоминалось о том, что кроме эстетических одним из основных факторов формообразования проектируемого художественного фарфора является функциональный процесс и особенности предметной среды, в которой он будет осуществляться.

Например, проектирование фарфоровых приборов для завтрака в условиях бортипитания на самолетах, городской закуской, полевого стана, санатория или курорта, несмотря на одни и те же функции, будет решаться по-разному.

Прежде чем привлекать научные достижения эргономики к проектированию художественной керамики вообще и к художественному конструированию бытового фарфора в частности, необходимо сказать несколько слов об этой новой науке.

Эргономика изучает функциональные возможности человека в трудовых процессах с целью создания таких условий и методов организации трудовой деятельности, которые делают труд человека высокопроизводительным и вместе с тем обеспечивают удобство и безопасность работающему. В данном случае мы имеем в виду работников предприятий общественного питания, т. е. поваров, раздатчиков питания, работников, обслуживающих моечные машины, официантов и других людей, осуществляющих функциональный процесс, труд которых должен быть подвергнут анализу с точки зрения эргономических данных так же, как сейчас подвергается эргономическому анализу труд промышленных

VI.1. Антропометрия руки (по данным НИИ Антропологии МГУ, 1958—1959 гг.)

Название признака	Мужчины (20—60 лет)		Женщины (18—60 лет)	
	М, мм	σ , мм	М, мм	σ , мм
1. Длина кисти (со стороны ладони)	192,2	8,5	177,8	8,2
6. Флексорная длина 5-го пальца	57,4	4,0	52,2	4,0
7. То же, 4-го	72,6	4,1	66,8	4,3
8. » 3-го	81,2	4,8	75,5	4,7
9. » 2-го	70,1	4,3	65,6	4,5
10. » 1-го	56,6	3,6	49,5	4,2
11. Расстояние между 1-й и 2-й межпальцевыми точками	46,7	4,7	40,3	3,6
15. Расстояние от основания кисти до 1-го пястно-фалангового сустава	62,3	4,2	57,9	4,0
16. Расстояние от 1-го пястно-фалангового сустава до конца 1-го пальца	64,4	3,7	57,9	3,3
25. Ширина кисти на уровне 5-го пястно-фалангового сустава	87,7	4,5	78,3	4,0
26. Ширина кисти на том же уровне при разведенных пальцах	88,4	4,4	79,0	4,0
28. Ширина кисти на уровне 1-го пястно-фалангового сустава	93,4	4,9	81,2	4,3
29. Длина кисти с тыльной стороны	187,9	8,4	169,2	8,3
33. Ширина 1-го пальца на уровне 1-й межпальцевой точки	20,3	1,8	18,7	1,8
34. То же, 2-го пальца	20,3	1,7	18,3	1,6
35. » 3-го »	18,4	1,4	17,2	1,6
36. » 4-го »	17,0	1,3	16,0	1,6
37. » 5-го »	16,0	1,3	14,6	1,3
43. Толщина 1-го пальца на уровне 1-й межпальцевой точки	19,7	1,6	17,9	1,6
44. То же, 2-го пальца	19,9	1,5	17,7	1,5
45. » 3-го »	20,4	1,6	18,0	1,5
46. » 4-го »	19,4	1,6	17,3	1,4
47. » 5-го »	17,5	1,5	15,6	1,4

рабочих с целью оздоровления условий и повышения производительности труда. Такие вопросы, как удобство пользования чайником, чашкой, блюдцем, тарелкой или при их непосредственном использовании необходимо проверить с точки зрения антропометрических данных (рис. VI. 141, VI. 142 и табл. VI.1).

Антропометрические данные, разрабатываемые, в частности, у нас в МГУ, должны использоваться при анализе удобства пользования посудой как в начале проектирования, так и в процессе испытания промышленных образцов по-

суды в условиях ее эксплуатации. Анализ удобства пользования и правильности конструкции с точки зрения эргономических требований должен проводиться в конкретных условиях как в различных предприятиях общественного питания, так и в кухнях жилых квартир.

Предметом эргономики является трудовая деятельность человека. Объектом исследования — система «человек — орудие труда — производственная среда».

Эргономика составляет естественнонаучную основу технической эстетики и художественного конструирования.

Эргономика в разных странах получила разные названия: в США — «человеческая инженерия», в ФРГ — «антропотехника», в Англии — «эргономика». В СССР сначала предлагался термин «эргология», в настоящее время принят английский термин «эргономика».

Эргономика возникла на стыке технических наук, психологии, физиологии и гигиены труда. Все они, за исключением технических наук, изучают один и тот же объект, но, преследуя разные цели, рассматривают человека в труде с разных точек зрения и пользуются разными методами.

Эргономика не может эффективно решать стоящие перед ней задачи вне тесной связи с социальной психологией и социологией. Несмотря на разнообразие присущих людям особенностей, имеются и закономерности, проявляющиеся в статистическом подобии действий различных индивидумов в аналогичных условиях при решении одинаковых задач. Раскрытие этих закономерностей позволяет эргономике как науке обеспечивать согласованность условий работы человека с его психофизиологическими возможностями и особенностями.

До сих пор еще нет полного определения предмета эргономики. Дискуссия содействует тому, что он раскрывается с различных сторон и получает более углубленную трактовку.

Существо вопроса заключается в том, что эргономика, как и всякая наука, связанная с производством, отражает классовую сущность организации производства, которое данная наука обслуживает, поэтому ученые капиталистических стран, разрабатывающие эту новую науку, ощущают «неопределенность» предмета науки и невозможность решения основной задачи эргономики вне решения социальных проблем.

Вполне понятно, что в условиях капиталистического производства предпринимателя интересуют прежде всего по-

вышение интенсивности и производительности труда. Значительное повышение прибыли в результате выявления физиологических возможностей человека в системе «человек — машина» и научной организации труда, проведенной в соответствии с рекомендациями эргономики, предпринимателя вполне устраивает.

Капиталистические предприятия, фирмы и капитализм в целом как система поддерживают науку, предметом которой является трудовая деятельность человека, и одновременно остаются совершенно равнодушными к науке, которая не только не обеспечивает рекомендаций по повышению прибылей, а, напротив, требует дополнительных денежных затрат, и следовательно, снижения прибылей. Поэтому та часть предмета науки эргономики, которая пытается повысить производительности труда совместить с научными изысканиями условий, обеспечивающих «сохранение здоровья и способствующих духовному и физическому развитию человека», не может заинтересовать предпринимателя с точки зрения получения капиталистической прибыли.

Таким образом, капитализм как система поддерживает науку, предметом которой является только трудовая деятельность эксплуатируемого им человека и объектом исследования которой является система: «человек — орудие труда — производственная среда». Но, с другой стороны, эргономика как комплексная наука изучает функциональные возможности и особенности человека в его трудовой деятельности с целью создания таких условий труда, при которых человек при оптимальной производительности труда сохранял бы в течение многих лет свои физические и духовные силы. Закономерно возникает вопрос, можно ли в одностороннем порядке осуществить оптимизацию трудовой жизни человека, исключая из пред-

мета науки эргономики систему восстановления сил человека в сфере отдыха (в широком смысле этого слова).

Очевидно, что система «человек — орудие труда — производственная среда», принятая в качестве предмета науки эргономики, если говорить о подлинной оптимизации трудовой деятельности человека, будет не полной, если в предмет науки эргономики не включить систему восстановления сил, систему отдыха (в самом широком смысле этого выражения). Тогда система примет такой вид: «человек — орудие труда — производственная среда — среда восстановления сил».

В систему восстановления сил должно быть включено: повышение комфортабельности средств транспорта, доставляющего человека с места работы (из производственной среды) до места жительства; повышение комфортабельности жилья; научная организация общественного питания; повышение комфортабельности общественного питания, мест общественного отдыха (театры, концертные здания); научные разработки гигиенических и медицинских данных для архитектурных комплексов.

При включении в схему предмета науки эргономики системы восстановления сил предмет науки получает логическое завершение. Чередование труда и отдыха — неразрывные стороны одного и того же процесса, поэтому наука, изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах с целью создания таких условий и методов организации трудовой деятельности, которые делают труд человека высокопроизводительным и вместе с тем сохраняют его здоровье, возможно только при комплексном изучении взаимосвязи трудовой деятельности и отдыха человека. Осуществление такой системы возможно только в условиях социалистического общества.

В условиях капиталистических стран эргономика в свой предмет науки не может включить комплексную разработку вопроса восстановления сил работающего в силу капиталистического характера организации производства. Однако из сказанного отнюдь не следует, что нам нельзя пользоваться достижениями эргономики как науки. Все ценное, все, что облегчает труд работающего человека, нам следует использовать в полную меру.

В решениях больших задач по подъему материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства на долю фарфорово-фаянсовой промышленности приходится увеличение выпуска бытовой посуды в два раза.

При вводе в действие новых мощностей необходимо использовать только современную технологию. Однако следует иметь в виду, что широкая автоматизация и механизация не исключают применения квалифицированного ручного труда художников при создании уникальных произведений.

Выше рассмотрены факторы, влияющие на формообразование проектируемого предмета. Однако в каждом отдельном случае необходимо подвергать тщательному анализу каждый из них в соответствии с конкретным случаем, и главным образом с функциональным назначением проектируемого предмета, архитектурно-предметной средой. При этом нельзя игнорировать вопросы физико-технических свойств керамики как материала: так например, практика показала, что пористость фаянсовых тарелок в условиях общественного питания делает их малопригодными для механической мойки.

Богато декорированный сервиз сложной формы (праздничный, банкетный), предназначенный для банкетного зала ресторана, может складываться в обычном буфете и занимать при этом очень большой объем; сервиз, предназначенный для авиалайнера, требует очень аккуратного размещения в контейнере, что неизбежно повлияет на конструкцию фарфоровых предметов, входящих в его состав.

При проектировании необходимо обратить внимание на следующие факторы. Если вопрос оптимального решения конструкции входит в противоречие с эстетической стороной, то в конкретных

случаях он должен решаться по-разному: при создании уникального художественного произведения могут быть даны сложные конструктивные решения, что повлечет за собой усложнение технологии изготовления (сложная формовка, большое количество приставных деталей, ручная проленка, усложнение процесса сушки, применение специальных приспособлений при сушке и обжиге, применение сложного обжига — растянутого режима, — что приведет к значительному удорожанию продукции).

В массовом производстве, где применяется механизация и автоматизация процесса, нельзя усложнять формы ради красоты изделий.

В каждом конкретном случае вопросы эстетики решают за счет различных видов декорирования: подглазурной живописи, применения цветных масс, ангобов, золота в росписи. Если в первом случае внешний вид предмета обуславливается красотой силуэта, пропорциями, энергичной прорисовкой контуров и сложностью формовки, красивыми сочетаниями форм отдельных предметов, входящих в сервиз, полупрозрачностью и белизной фарфора, то во втором случае, т. е. при серийном и массовом производстве, некоторое упрощение форм восполняется различными видами декорирования.

Художник-керамист, проектирующий изделие художественной керамики, должен хорошо владеть расчетным методом проектирования посуды: объем рабочей емкости должен точно соответствовать нормам питания.

В V главе дается методика расчета веса как глиномассы, так и глазури на изготовление фарфоровой и фаянсовой посуды. Если ранее не обращали внимание на вес посуды, то в настоящее время, когда появились новые виды общественного питания, вопрос веса посуды имеет первостепенное значение, а так-

же разработка оптимального соотношения габаритных размеров изделия.

Вместе с тем нельзя допускать изменение объема против требований современного рациона; увеличение объема рабочих емкостей требует неоправданного расхода глиномассы и глазури на единицу изделия при изготовлении посуды на заводе, что влечет за собой увеличение расхода материала на изготовление капселей большого размера, площадей для сушки материала, сокращает производительность печей для обжига. Поэтому художник-керамист должен участвовать в выпуске опытной партии изделий, так как нередки случаи, когда на производстве вносятся технологические изменения, и автор проекта должен постоянно следить, чтобы вносимые поправки в форму не снижа-

ли эстетические качества освоенного изделия.

Каждый проектировщик должен участвовать не только в выпуске опытной партии посуды, но и при испытании ее в условиях функционального процесса (питание в столовых самообслуживания, с подачей блюд официантами, ресторанного типа, специализированные предприятия общественного питания). При этом проектировщик обязан провести лабораторные испытания контейнеризации, на удобство пользования на раздаче, размещения посуды с блюдами на подносе и т. д.

Настоящий курс ставит своей целью дать студентам рабочую методику конструирования промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 718.

Брежнев Л. И. Отчет Центрального Комитета КПСС и очередные задачи партии в области внутренней и внешней политики: Докл. XXV съезду 24 февр. 1976 г. М., 1976, с. 15.

Косыгин А. Н. Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы: Докл. XXV съезду. М., 1976, с. 64.

Астахов П. Б. Эстетика. — М.: Московский рабочий, 1971.

Будников П. П., Барзаковский В. П. Глазурь. — Керамика и стекло, 1956, № 11.

Безбородов М. А. Д. И. Виноградов — создатель русского фарфора. Изд-во АН СССР, 1950.

Кречетова М. Н. и Вестфален Э. Х. Китайский фарфор. — Л.: Изд. Государственного Эрмитажа, 1947.

Мунипов В. М. Эргономика на службе производства. — М.: Знание, 1970.

Нормы оснащения предприятий общественного питания посудой, столовыми прибо-

рами и кухонным инвентарем. Изд. Министерства торговли СССР, 1973.

Новикова Л. И. Эстетическая организация окружающей среды. — В сб.: Марксистско-ленинская эстетика. Изд-во МГУ, 1973.

Лансере А. К. Русский фарфор. Искусство первого в России фарфорового завода. — Л.: Художник РСФСР, 1968.

Лансере А. К. Советский фарфор. Искусство Ленинградского государственного фарфорового завода им. М. В. Ломоносова. — Л.: Художник РСФСР, 1974.

Порядкова З. С. и Мороз И. И. Повышение качества и эксплуатационных свойств фарфоровой и фаянсовой посуды. — М.: Легкая индустрия, 1975.

Филиппов А. В. Художественное оформление массовой посуды. — М.—Л.: ОГИЗ, 1932.

Юрчак М. Я., Петрова Х. В. Причины недостаточной механической и термической прочности фарфоровой посуды и пути повышения ее качества. — Стекло и керамика, 1969, № 10.

Новикова Л. И., Соколов В. С. Искусство и научно-технический прогресс. — М.: Искусство, 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
I. Предварительные данные для художественного конструирования посуды	7
I.1. Изучение функционального процесса, в котором будет эксплуатироваться проектируемая посуда	7
I.2. Определение назначения комплекта посуды в соответствии с функциональным процессом, предусмотренным конкретным заданием на конструирование	8
I.3. Изучение архитектурной предметной среды, для которой проектируется комплект посуды (сервиз)	9
II. Физико-технические показатели керамики, влияющие на формообразование художественного фарфора и фаянса	13
III. Художественно-конструкторский анализ аналогов и прототипов	36
III.1. Анализ аналогов и прототипов с точки зрения их формообразования	37
III.2. Влияние высокой температуры обжига на формообразование керамики	39
III.3. Влияние восстановительной газовой среды обжига на формообразование керамики	39
III.4. Влияние исходного сырья на формообразование керамики	46
III.5. Влияние высокой температуры обжига на формообразование фарфора и предшествующего ему предфарфора, обжигаемого до полного спекания в восстановительной газовой среде	54
III.6. Композиция и формообразование в зависимости от специфических свойств фарфора как материала	55
III.7. Формообразование и роспись фарфора	57
III.8. Мастерство резьбы по фарфору (техника рисового зерна)	61
III.9. Формообразование фарфоровых изделий в Китае в период XVIII—XX вв.	64
III.10. Особенности формообразования фарфора в Японии	66
IV. Формообразование европейского фарфора и фаянса	74
IV.1. Усовершенствование техники производства фаянса в подражание китайскому и японскому фарфору	75
IV.2. Получение фарфора из матового молочно-белого стекла	78
IV.3. Получение мягкого фарфора за счет введения в состав глиномассы предварительно сваренного стекла. Фриттовый фарфор	78

IV.4. Английский «костяной» фарфор Веджвуда	83
IV.5. Открытие твердого фарфора в Европе	85
IV.6. Производство фарфора в России	88
IV.7. Советский фарфор	98
V. Расчетный метод приведения композиции керамических сосудов к заданной емкости	101
V.1. Методика расчета	101
V.2. Разработка предварительного эскизного проекта комплекта посуды и отдельных предметов из фарфора и фаянса	109
VI. Изготовление моделей и форм	136
VI.1. Способы формования художественной керамики	136
VI.2. Технологический способ формования керамических изделий — формообразующий фактор	137
VI.3. Изготовление опытных образцов и внесение возможных поправок в форму изделий в соответствии с особенностями заводской технологии (исходного сырья, конструкции оборудования печей и т. д.).	166
VI.4. Испытание посуды промышленных образцов в условиях эксплуатации на предприятиях общественного питания самообслуживания	166
VI.5. Утверждение проекта фарфоровой посуды в качестве промышленных образцов для фарфоро-фаянсовой промышленности	166
VI.6. Проверка форм моделей, соответствие их требованиям эргономики	174
Литература	180

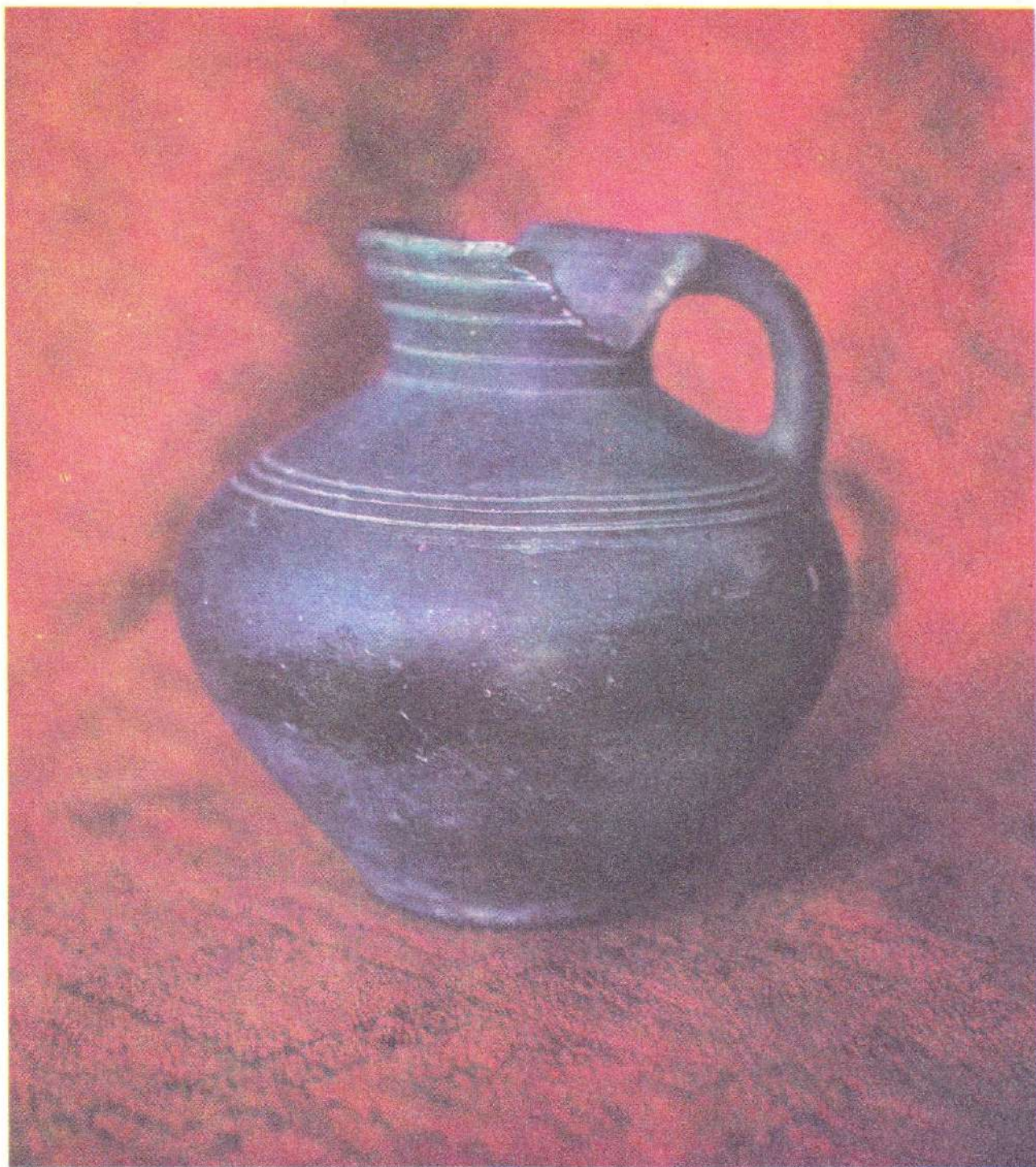
Георгий Евгеньевич Лукнич
КОНСТРУИРОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
ИЗДЕЛИЙ ИЗ КЕРАМИКИ
(теоретические основы
формобразования)

Редактор Л. К. Олейник
Художник Э. М. Симонович
Художественный редактор Н. Е. Ильенко
Технический редактор Р. С. Родичева
Корректоры М. А. Минкова, Л. А. Исаева
И.В. № 1572

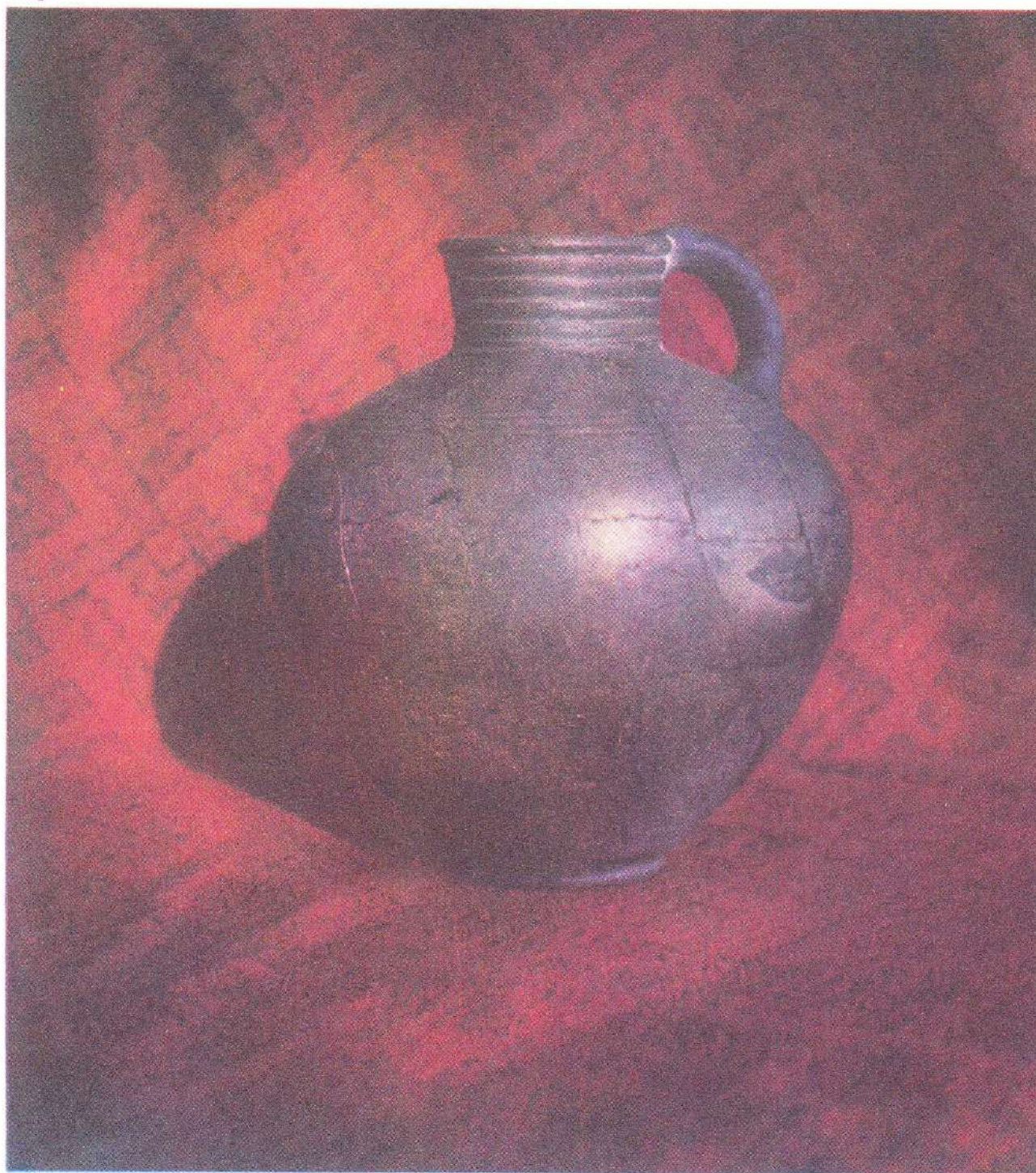
Изд. № Стр-321. Сдано в набор 12.10.78. Подп. в печать 12.10.79. Т-14816. Формат 70×90^{1/16}. Бум. тип. № 1. Гарнитура обыкновенно-новал. Печать высокая. Объем 13,45 усл. печ. л. + 2,34 усл. печ. л. цв. вкл. ± 0,29 усл. печ. л. форзаца 12,89 уч.-изд. л. + 2,01 уч.-изд. л. цв. вкл. + 0,51 уч.-изд. л. форзац. Тираж 20 000 экз. Зак. № 785. Цена 1 р. 20 к.
Издательство «Высшая школа»,
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.
Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.



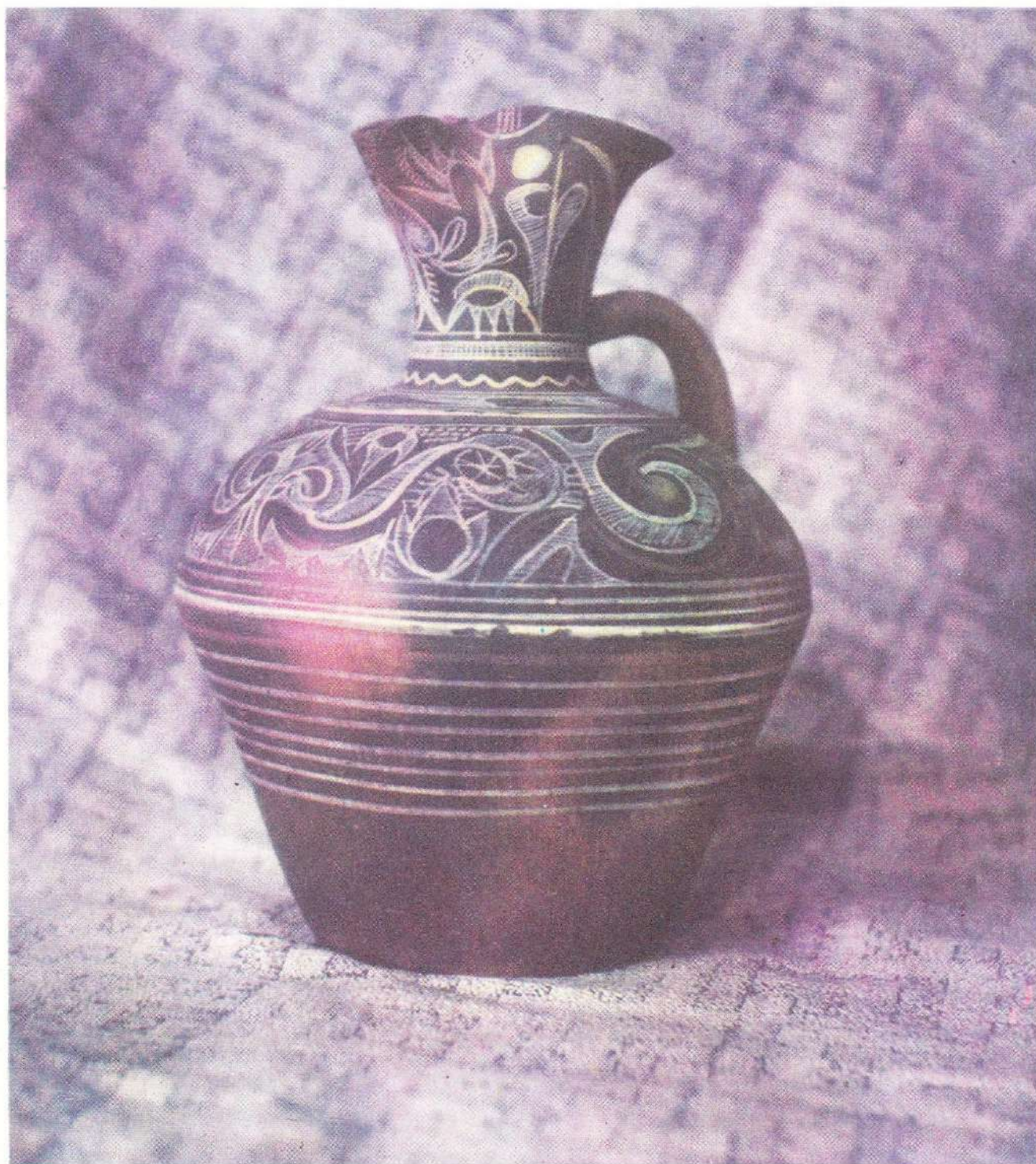
1. Чернолощенная грузинская
керамика (IV в. до н. э.)



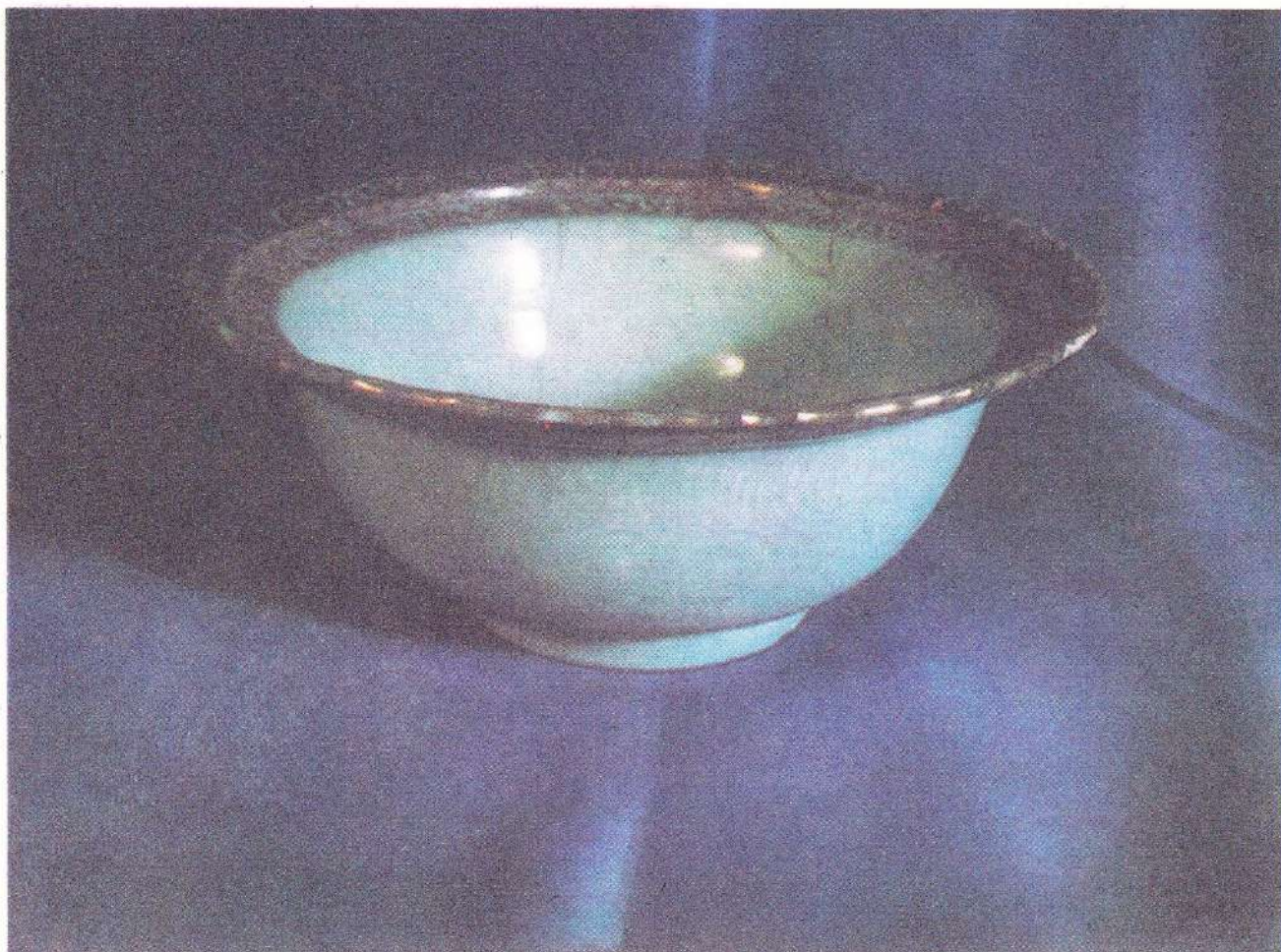
2. Чернолощенная грузинская
керамика (IV в. до н. э)



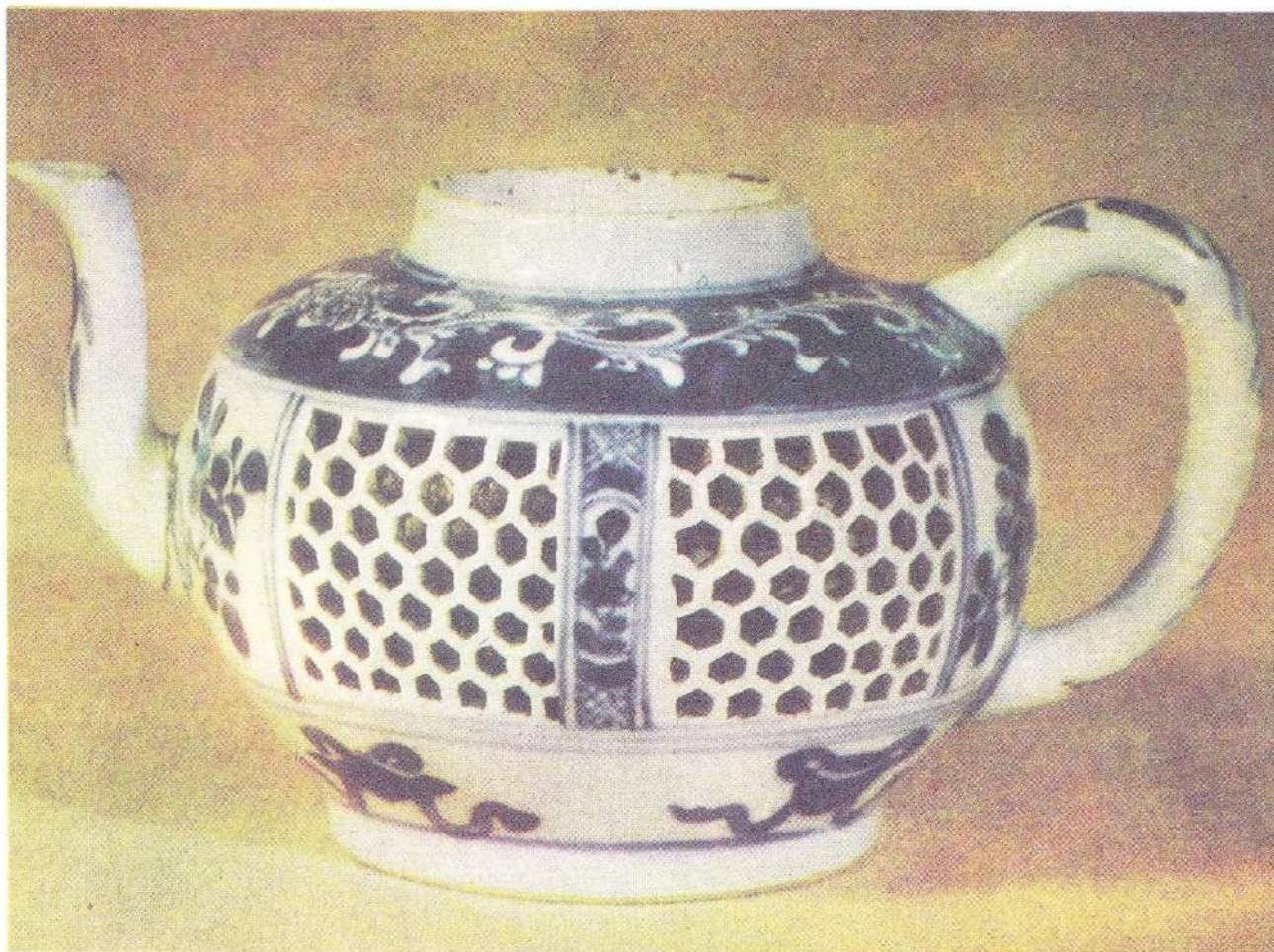
3. Дагестанская
керамика (XIX в.)



4. Чашка (резьба по фарфору).
Китай, XVII в.



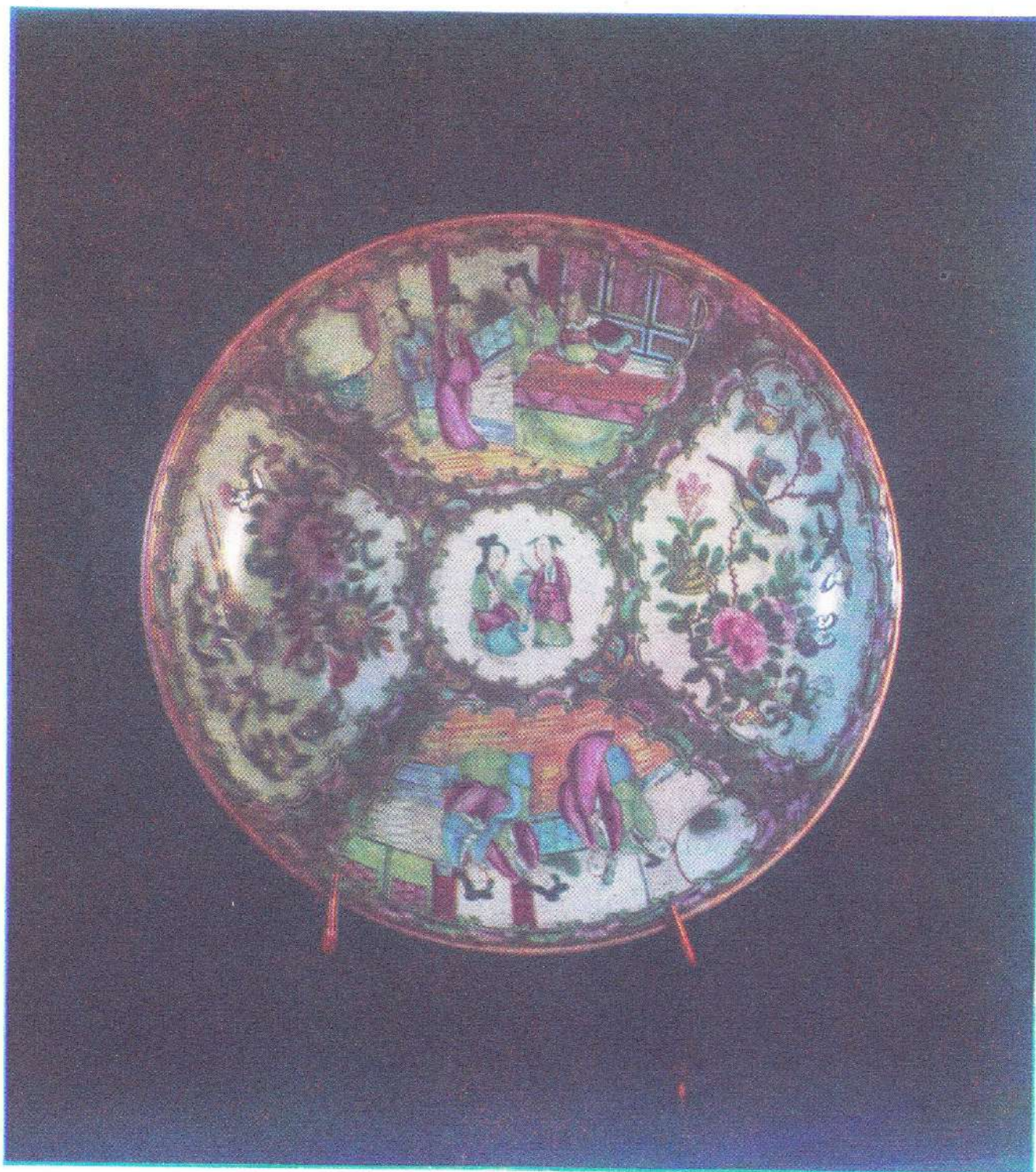
5. Двустенный чайник
(резьба по фарфору).
Китай, XVII в.



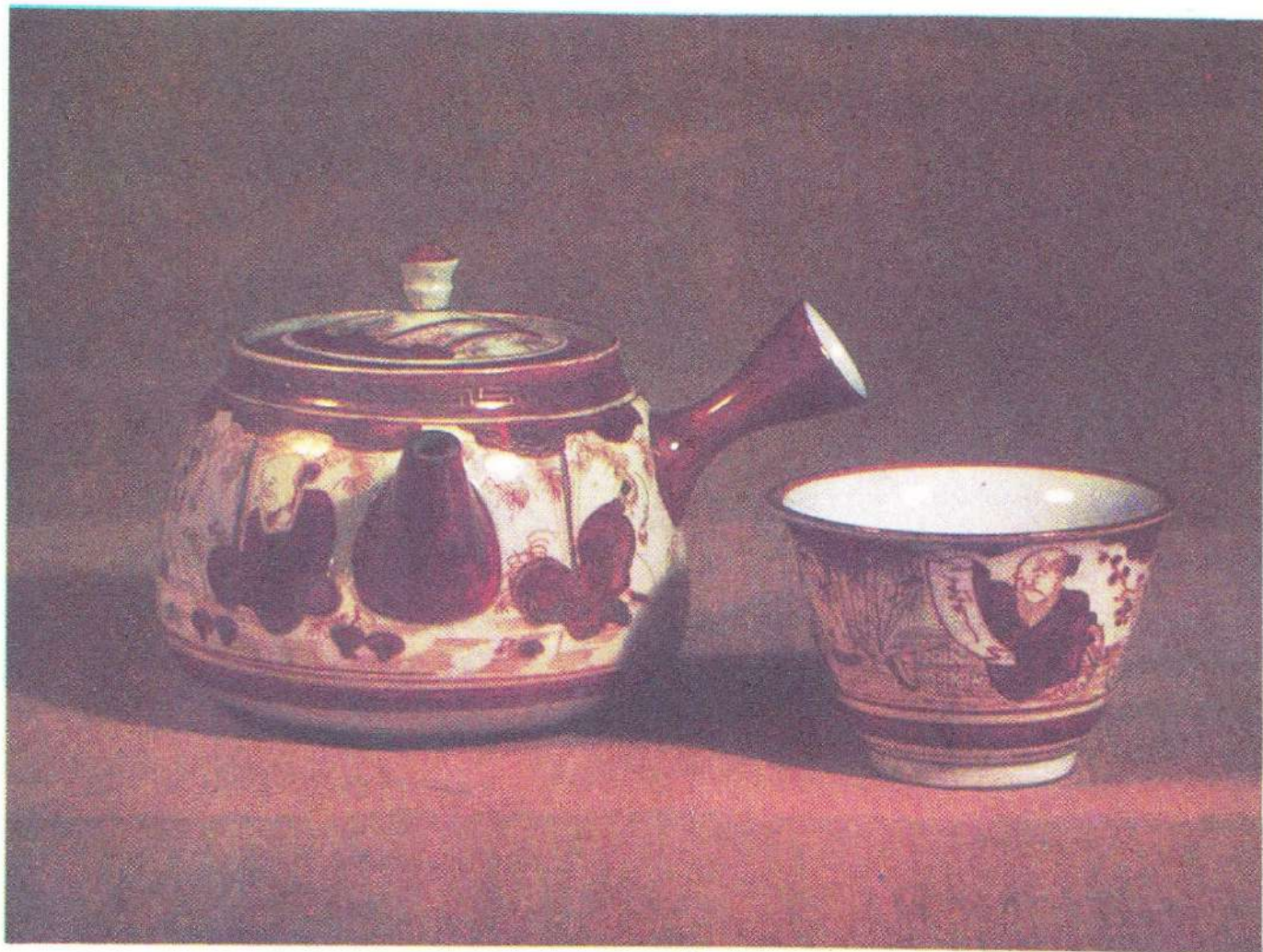
6. Курильница
(резьба по фарфору).
Китай, XVII в.



7. Блюдо. Фарфор.
Китай, XIX в.



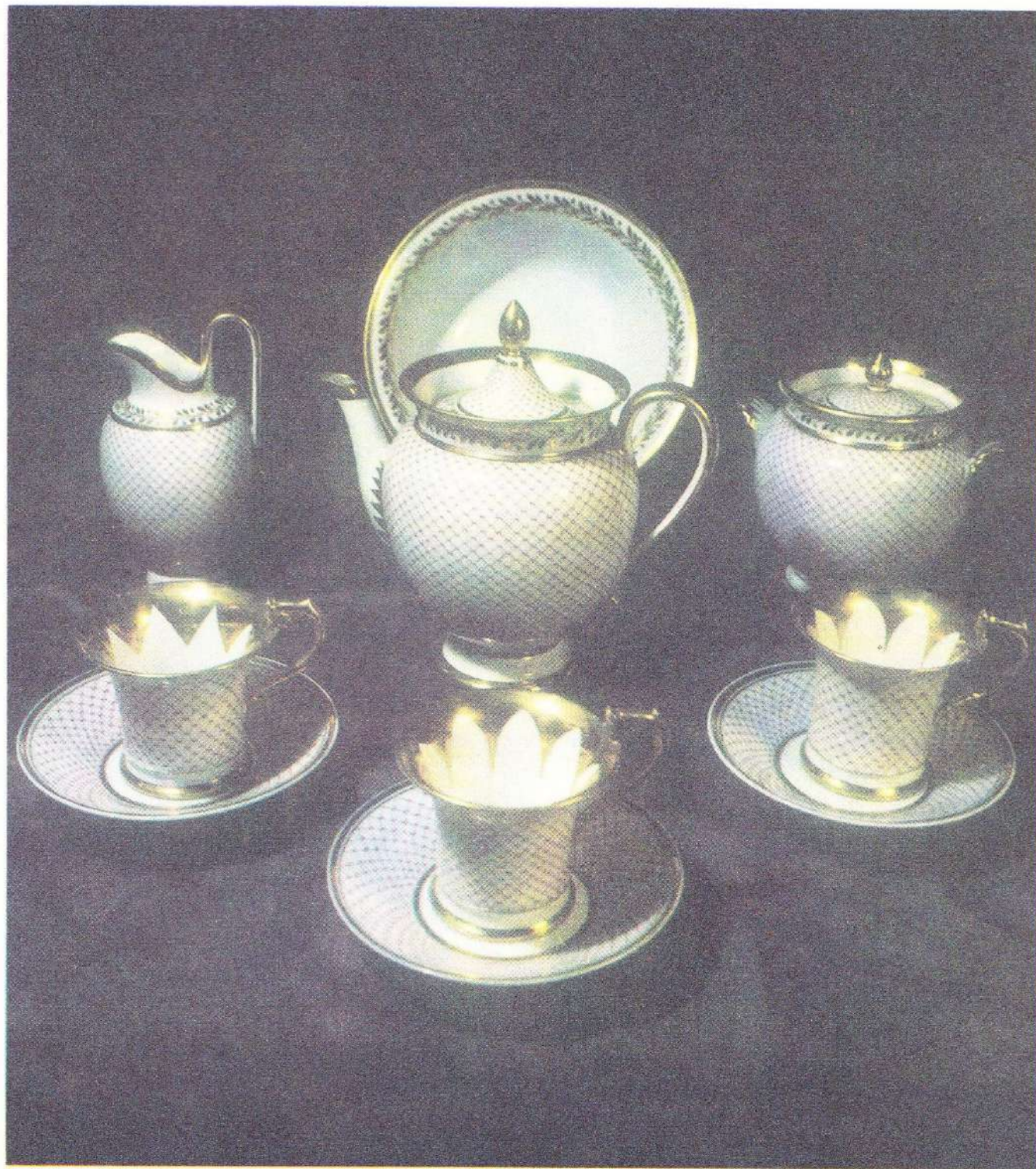
8. Чайник и пиала.
Япония, XIX в.



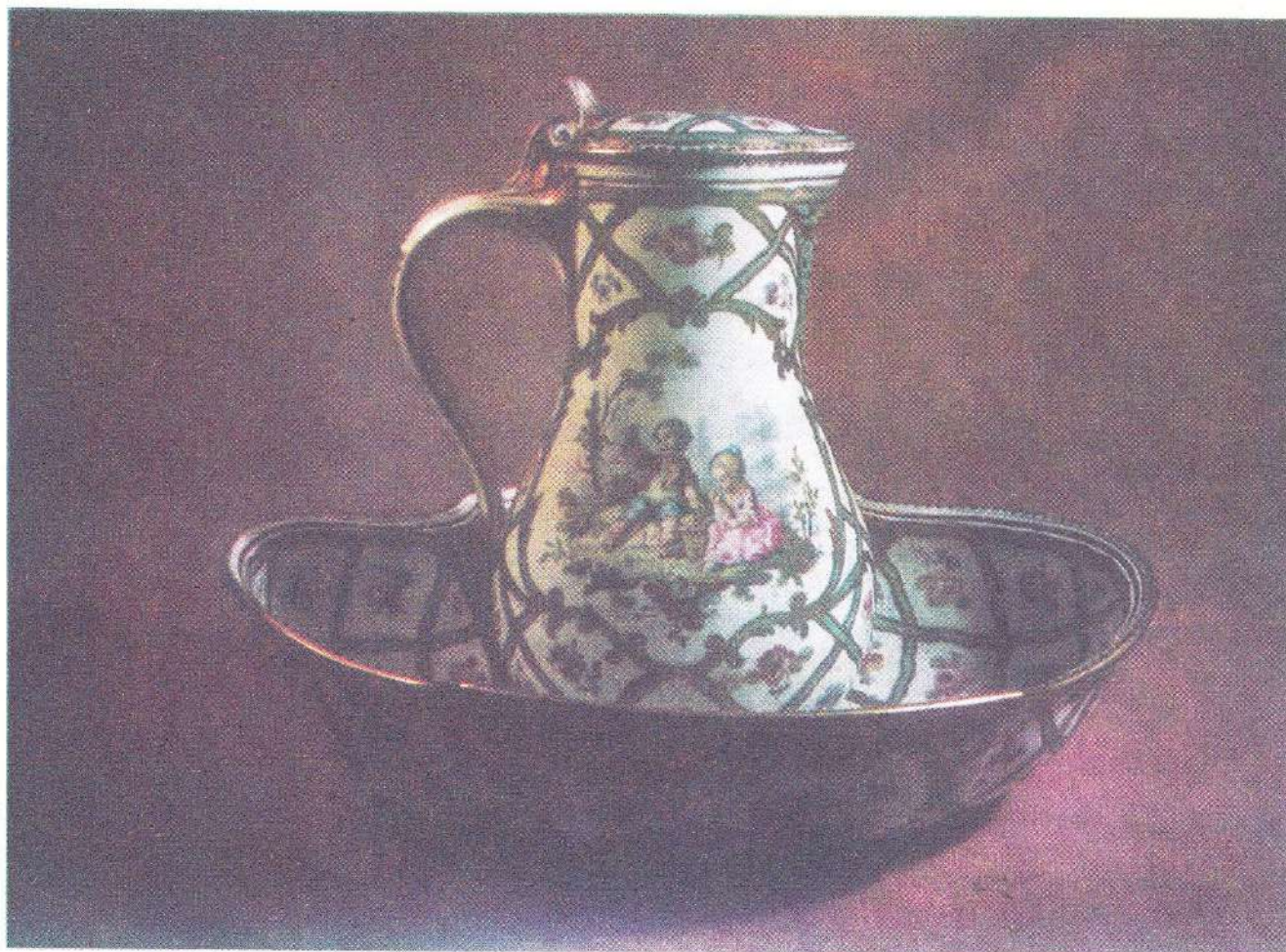
9. Фарфоровый сервиз.
Мейсен, XIX в. Государственный
Исторический музей



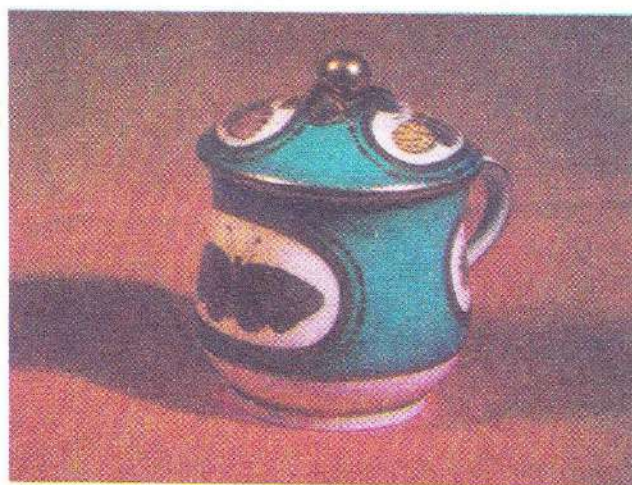
10. Сервиз.
Мейсен, XIX в.



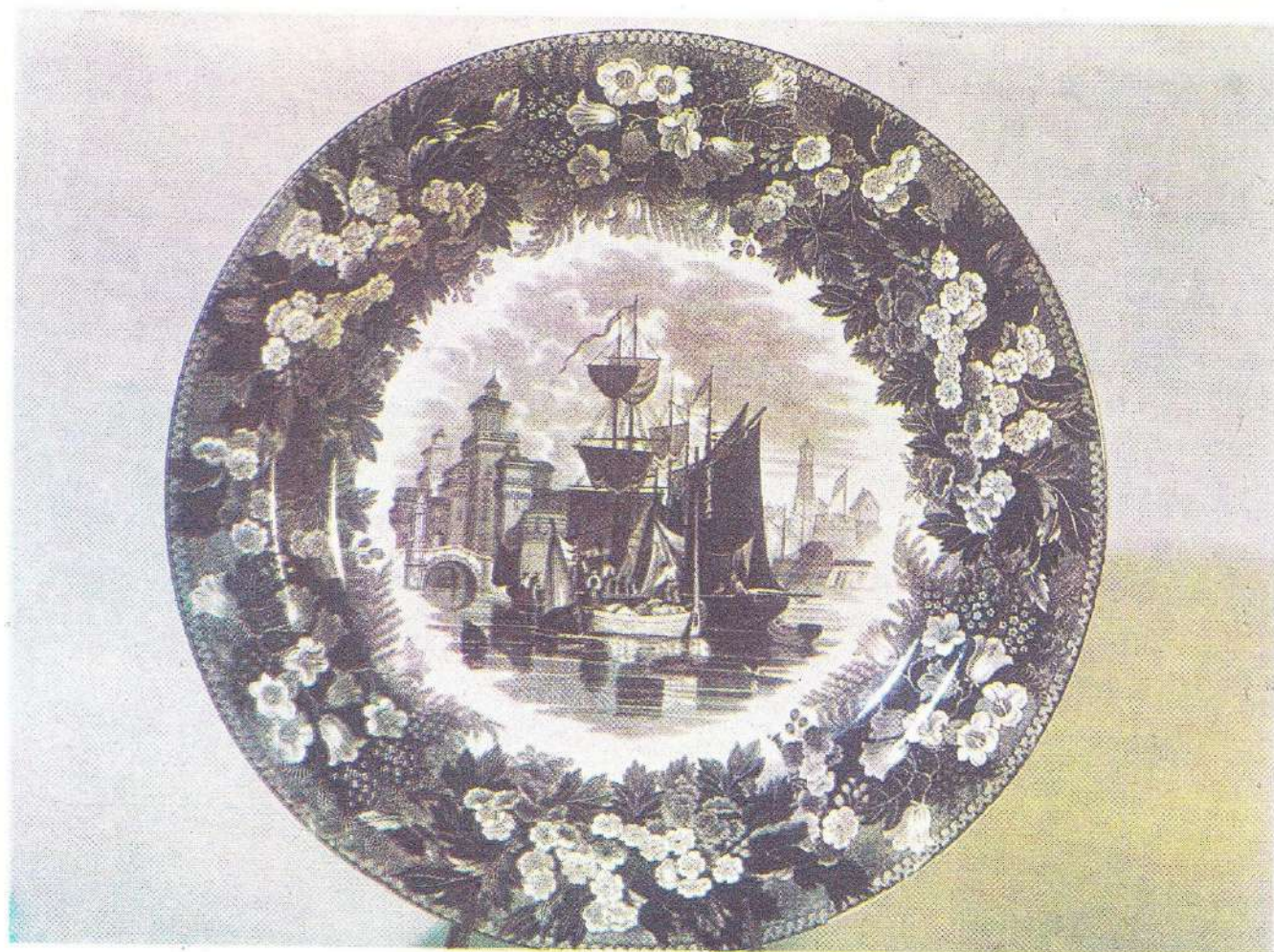
11. Кувшин.
Севрский фарфор, XVIII в.



12. Чаша для сока.
Севрский фарфор, XVIII в.



13—15. Дельфтский фаянс
(тарелки), XVIII в.

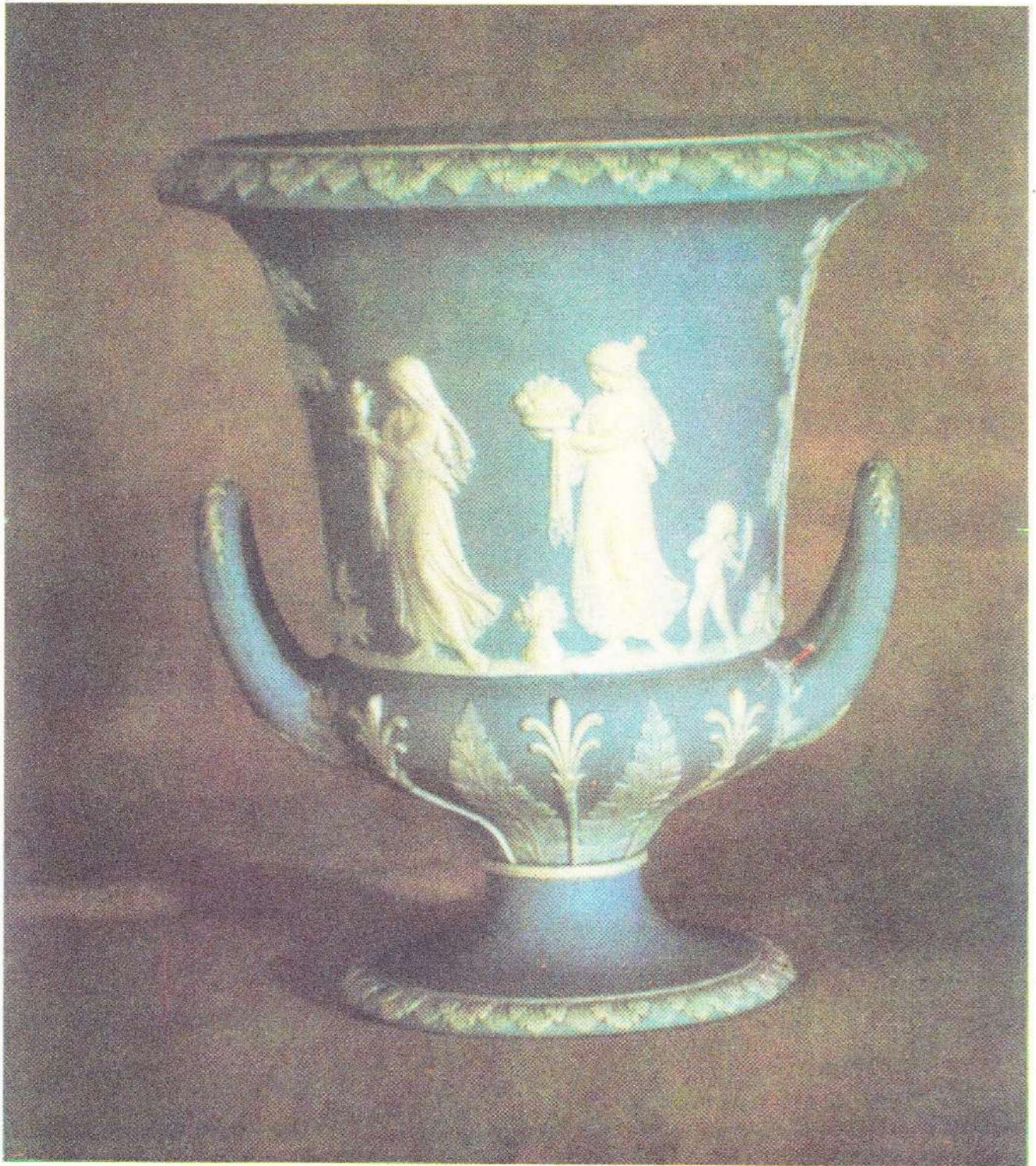


13—15. Дельфтский фаянс
(тарелки), XVIII в.

16. Изразец. Дельфт.

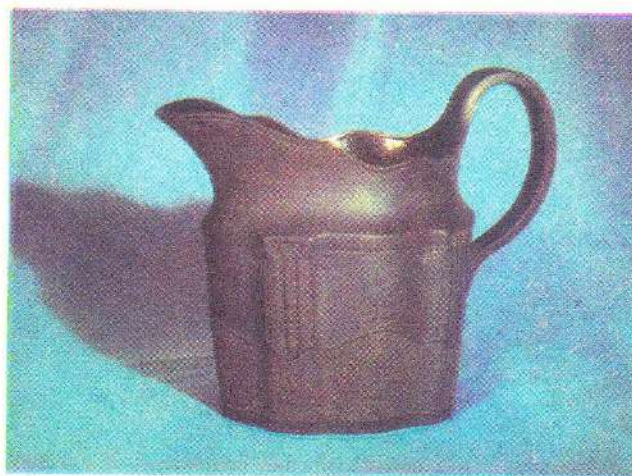


17. Ваза. Веджвуд, XVIII в.

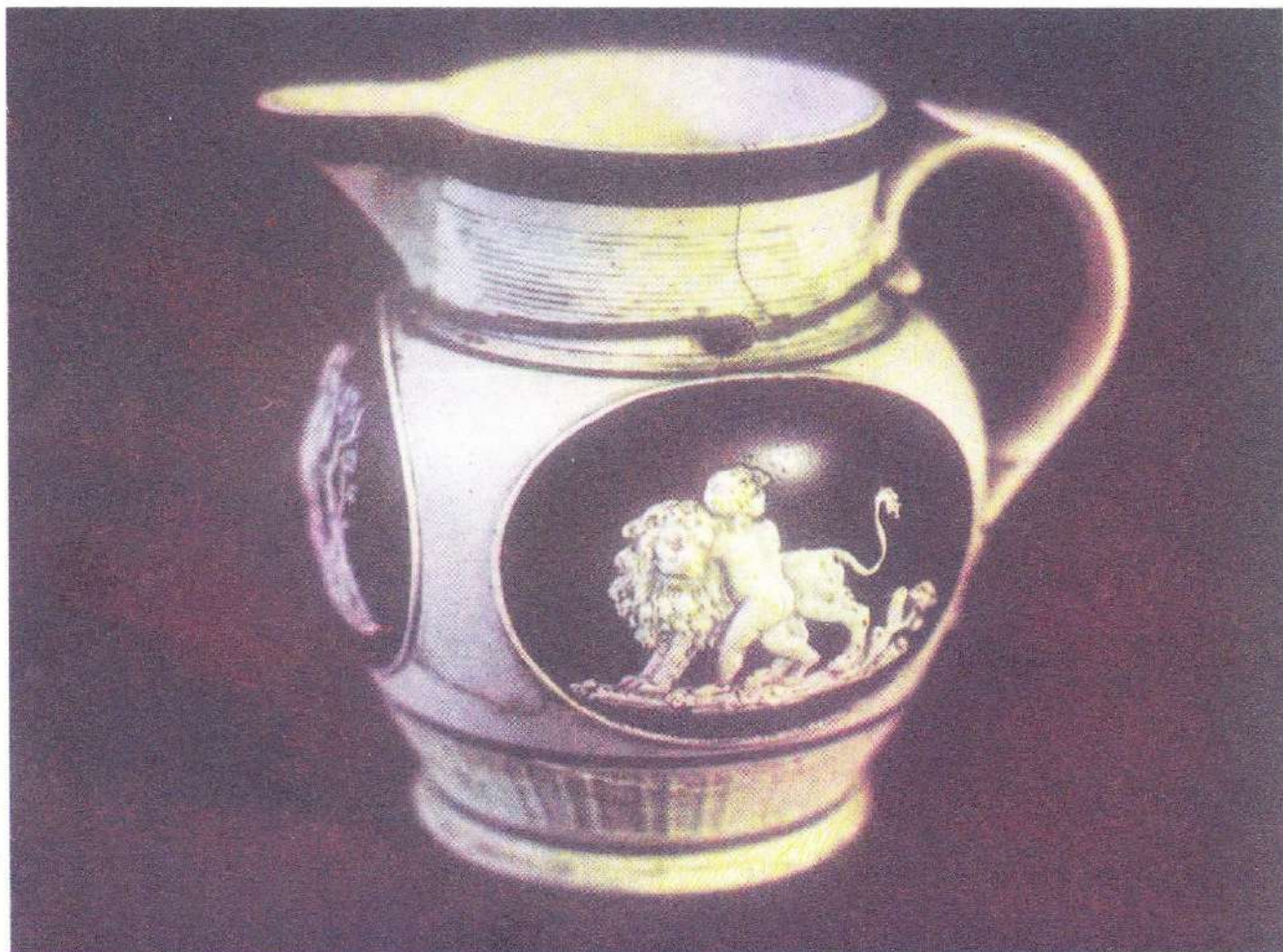


18. Чашка с блюдцем.
Веджвуд, XVIII в.

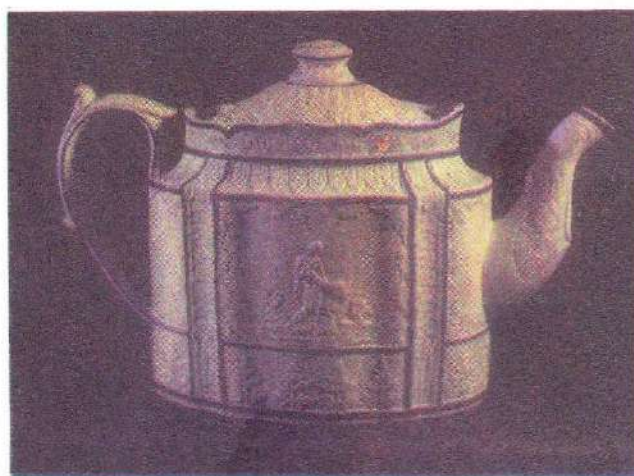
19. Молочник («черная масса»)
Веджвуд, I пол. XIX в.



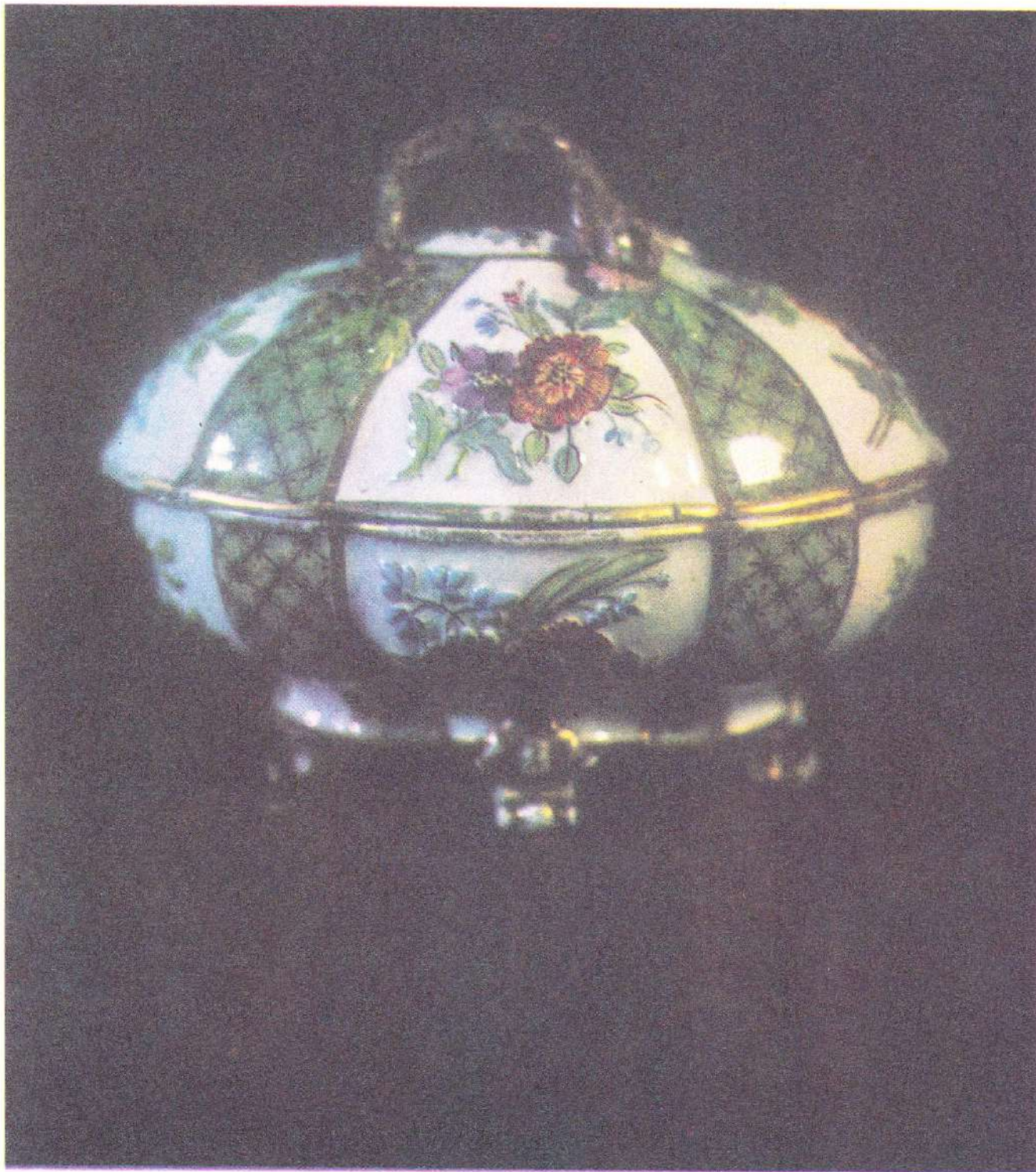
20. Молочник.
Веджвуд



21. Чайник. Веджвуд. I пол. XIX в.
Государственный Исторический музей



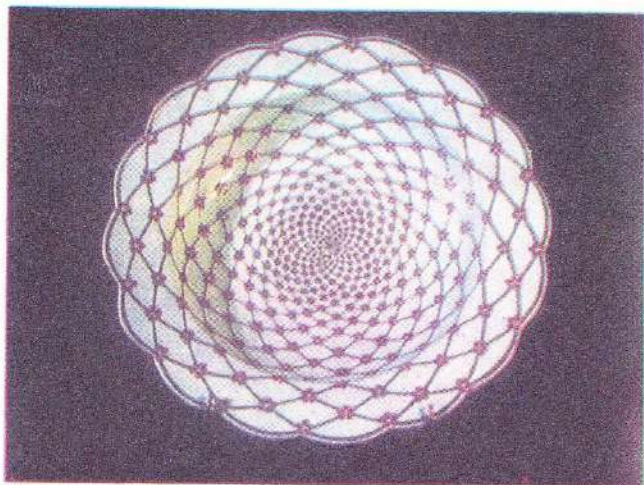
22. Судок.
Виноградовский сервиз

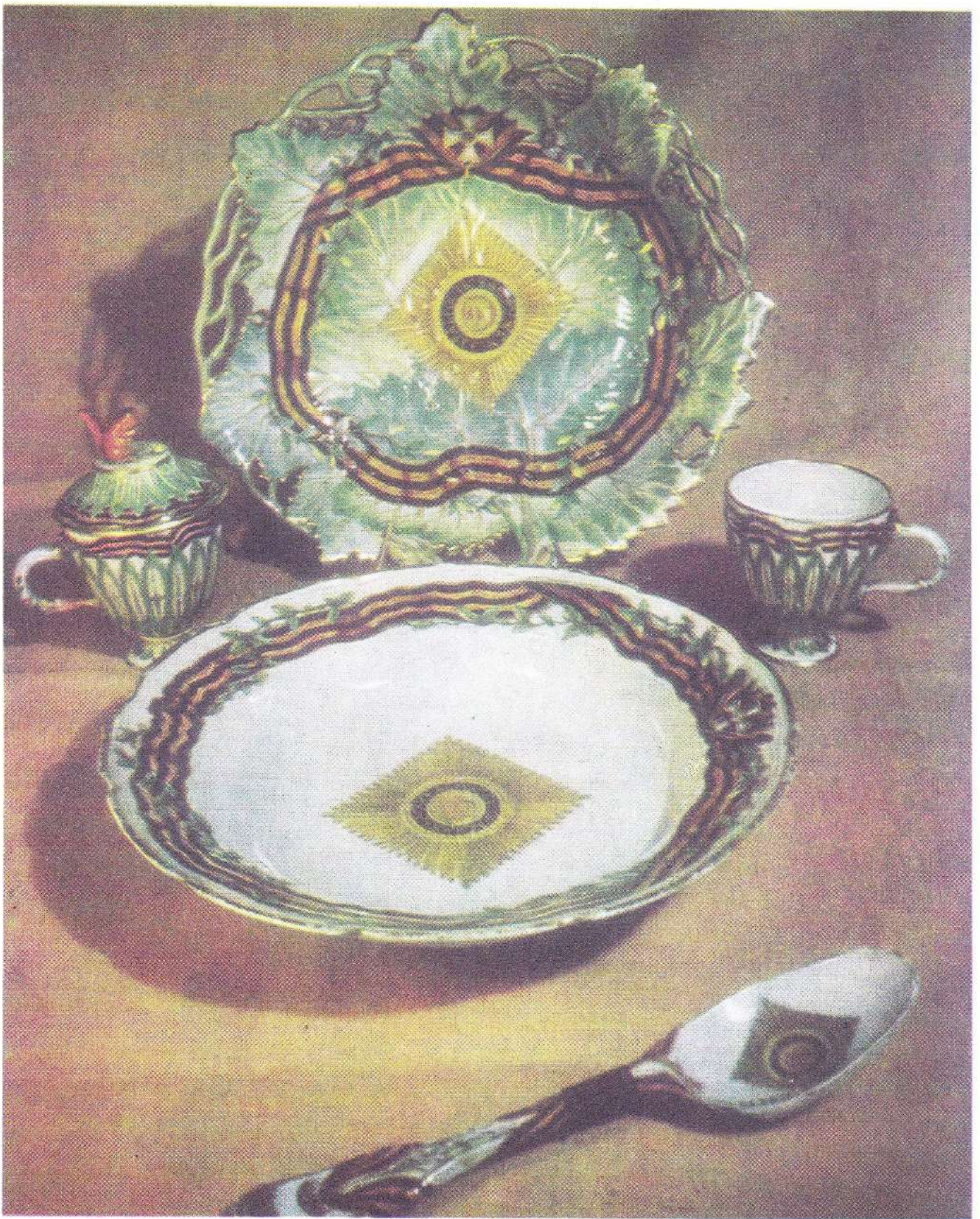


23. Тарелка. Д. И. Виноградов.
Фарфор.

25. Чашка с блюдцем.
Русский фарфор, XVIII в.

24. Рюмочная передача.
Д. И. Виноградов.





26. Предметы
из «Георгиевского сервиза».
Из серии русских орденовских сервизов, XVIII в.

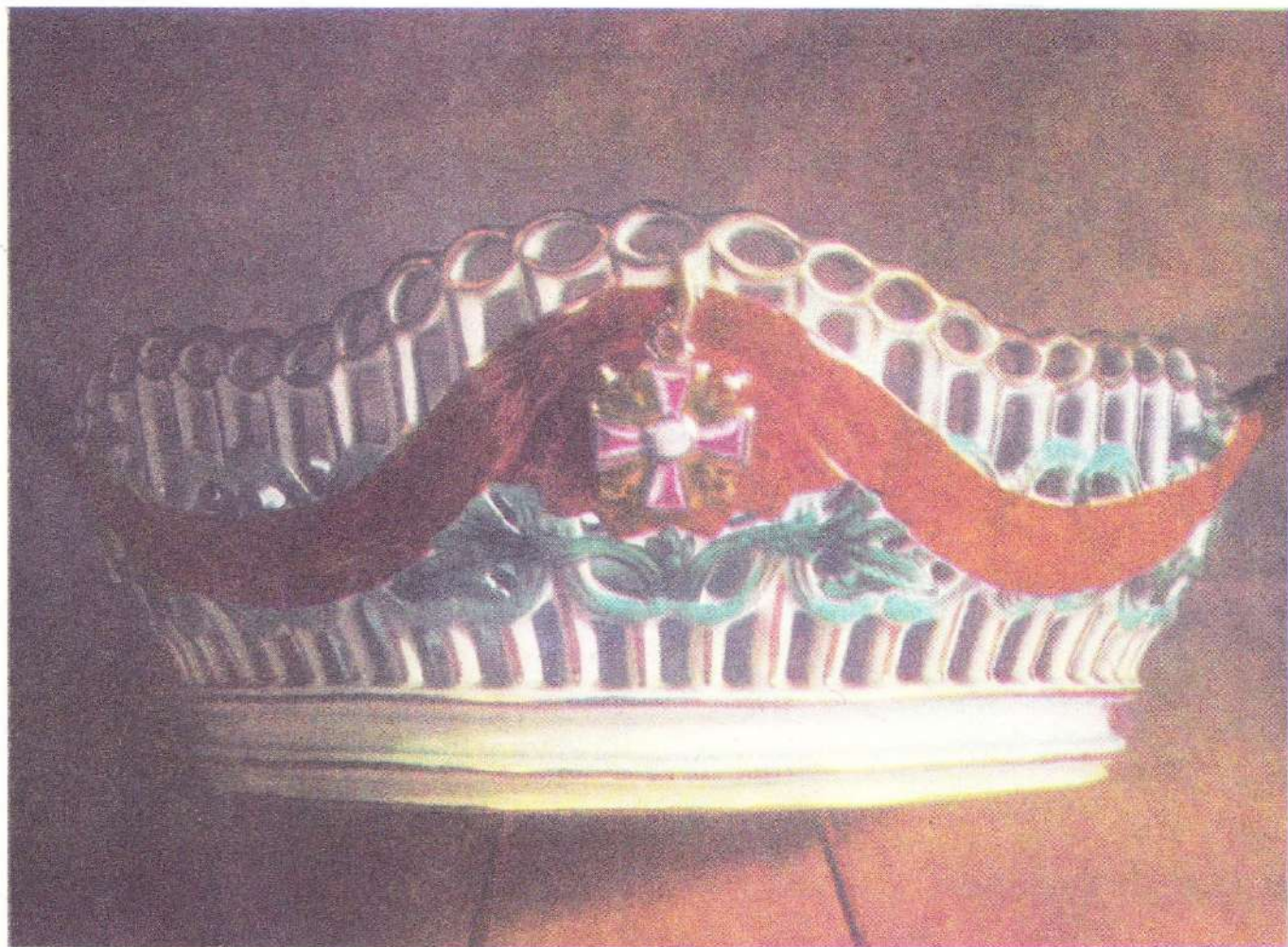
27. Предмет
из «Александровского сервиза», XVIII в.



28. Предметы
из «Андреевского сервиза», XVIII в.



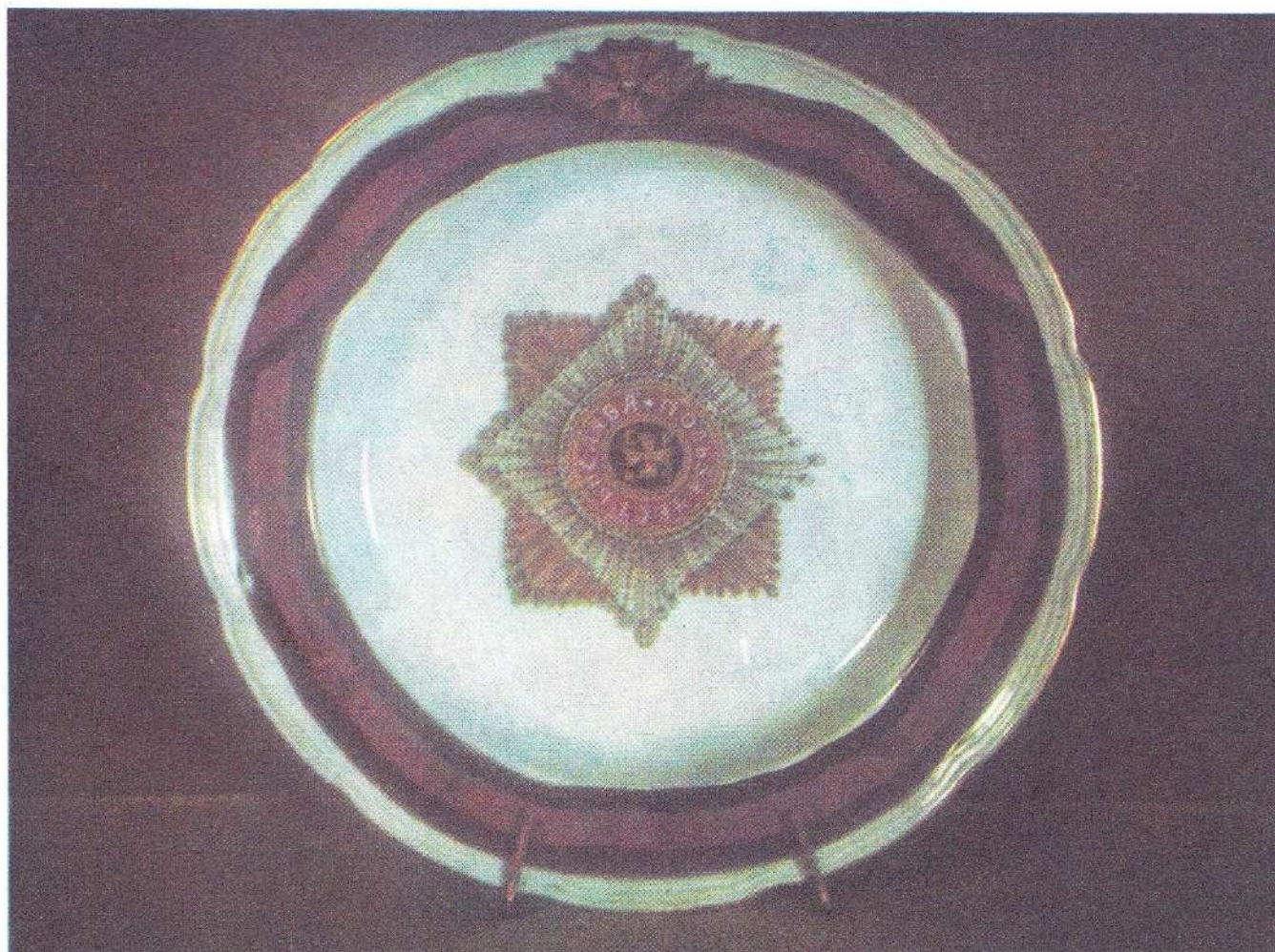
29. Сухарница
из «Александровского сервиза», XVIII в.



30. Набор
из «Андреевского сервиза», XVIII в.

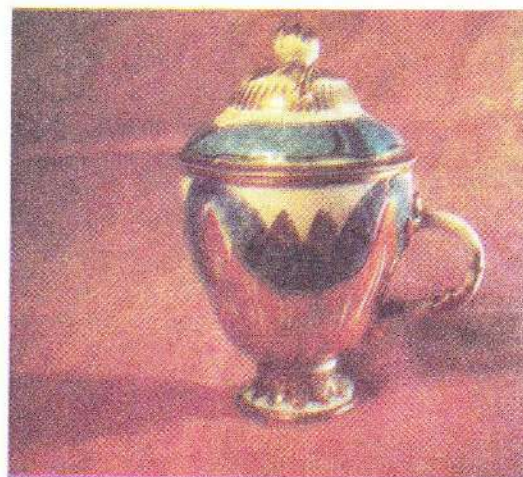


31. Тарелка
из «Андреевского сервиза», XVIII в.

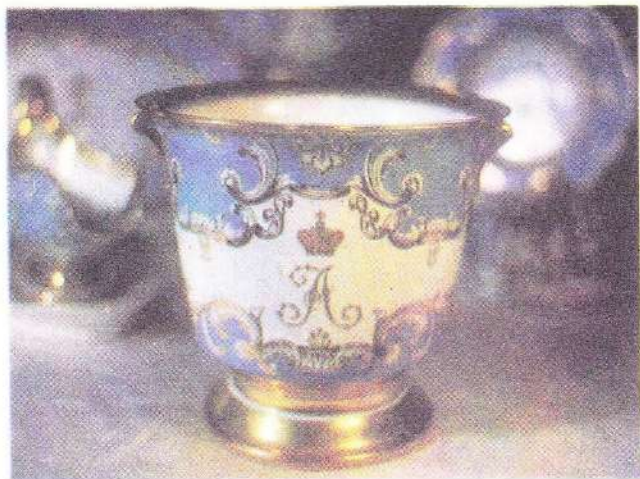


32. Сухарница и тарелка
из «Андреевского сервиза», XVIII в.

33. Кубок
из орденского сервиза



34—35, Русский фарфор,
начало XIX в.



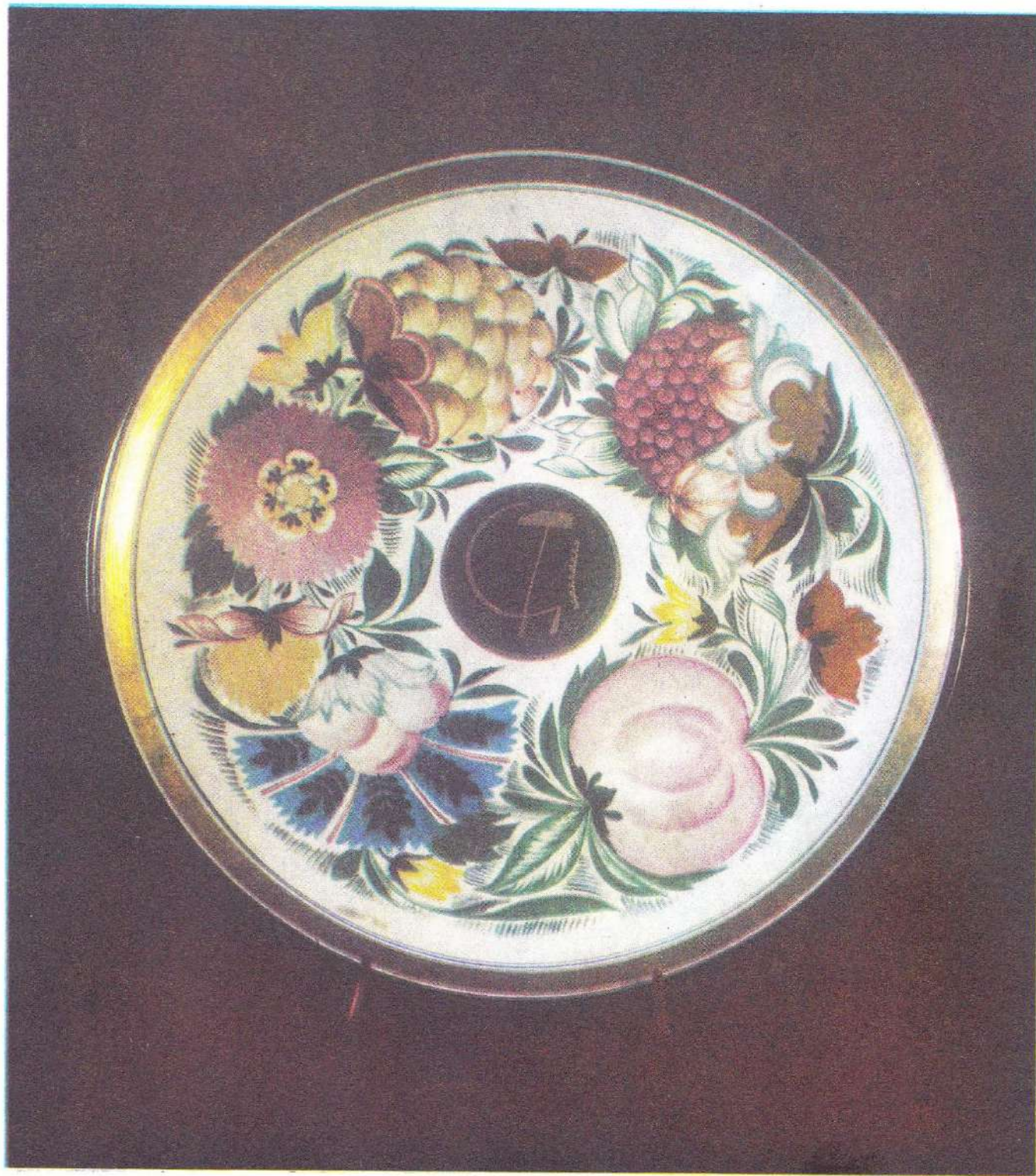
36. Супница, русский фарфор,
начало XIX в.



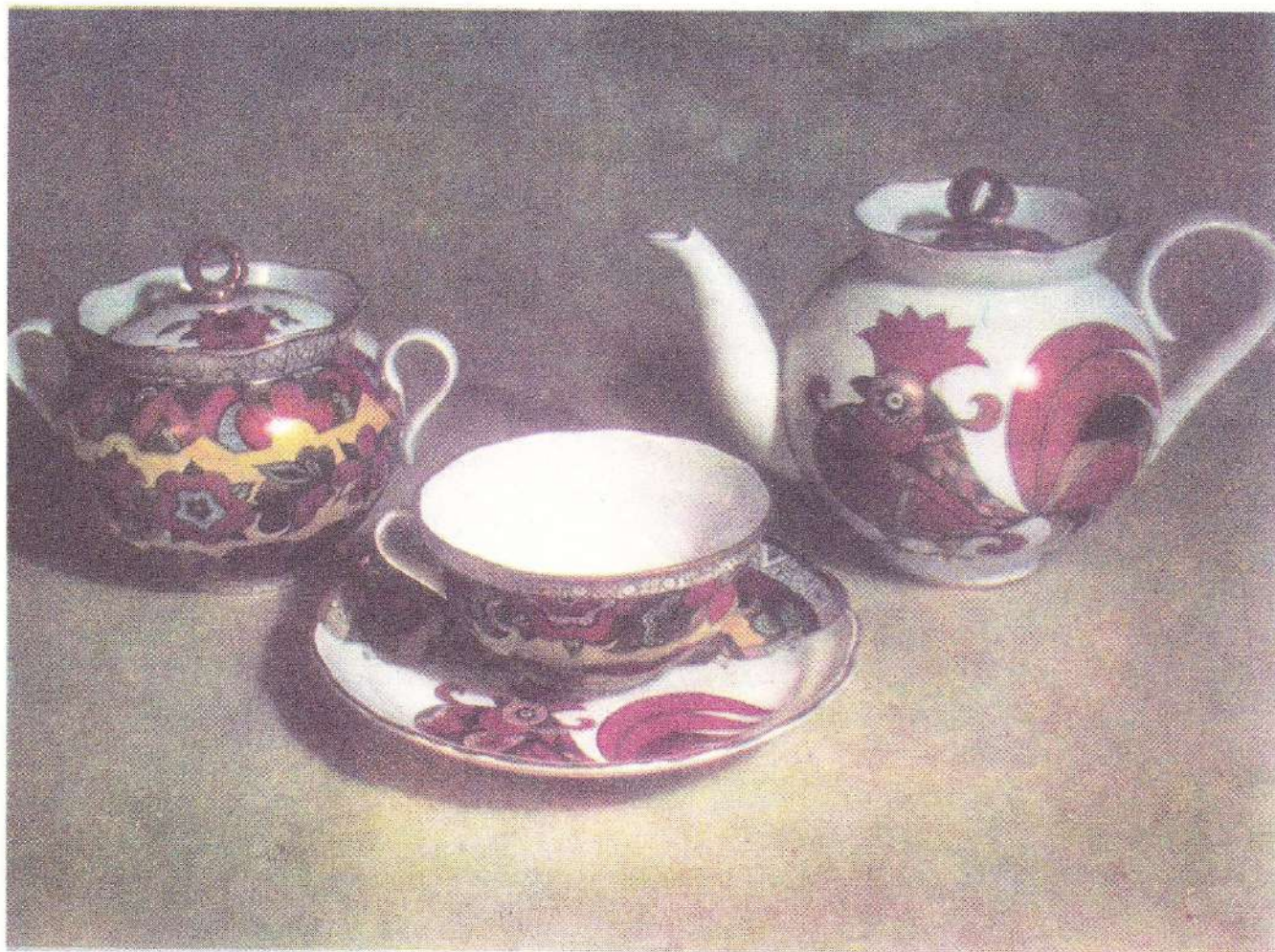
37. Тарелка. С. Чехонин.
Советский агитационный фарфор



38. Блюдо.
С. Чехонин

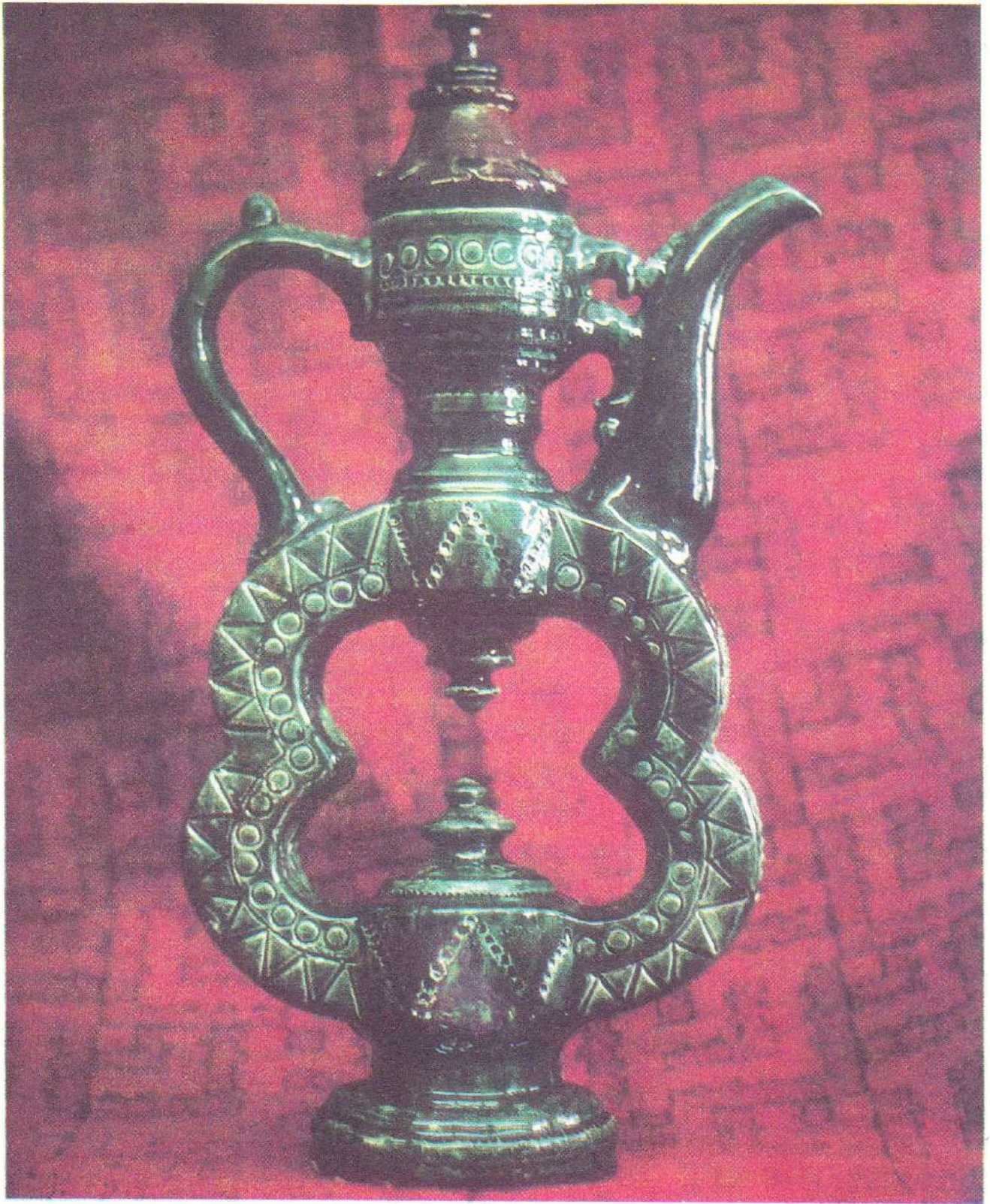


39. Чайный набор «Золотой петушок».
А. Воробьевский, 1960



40. Кувшин «Полкан»,
выполненный в стиле «Скопино»
в МВХПУ, 1978

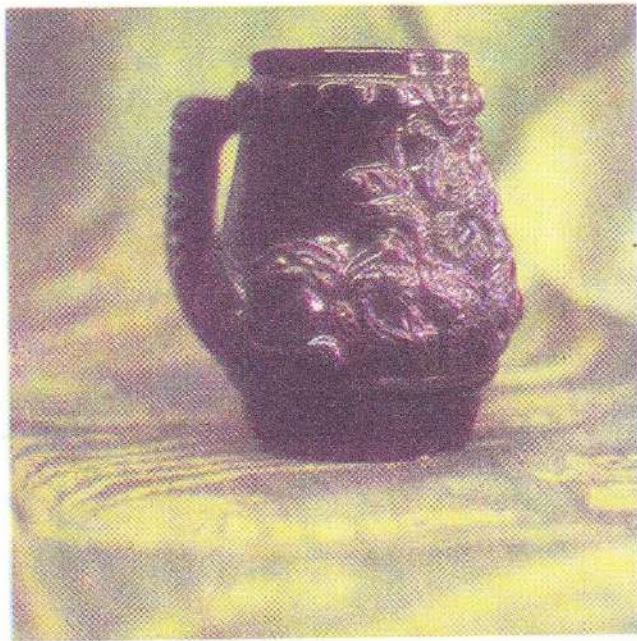




41—42. Кувшины в стиле
«Скопино», 1978



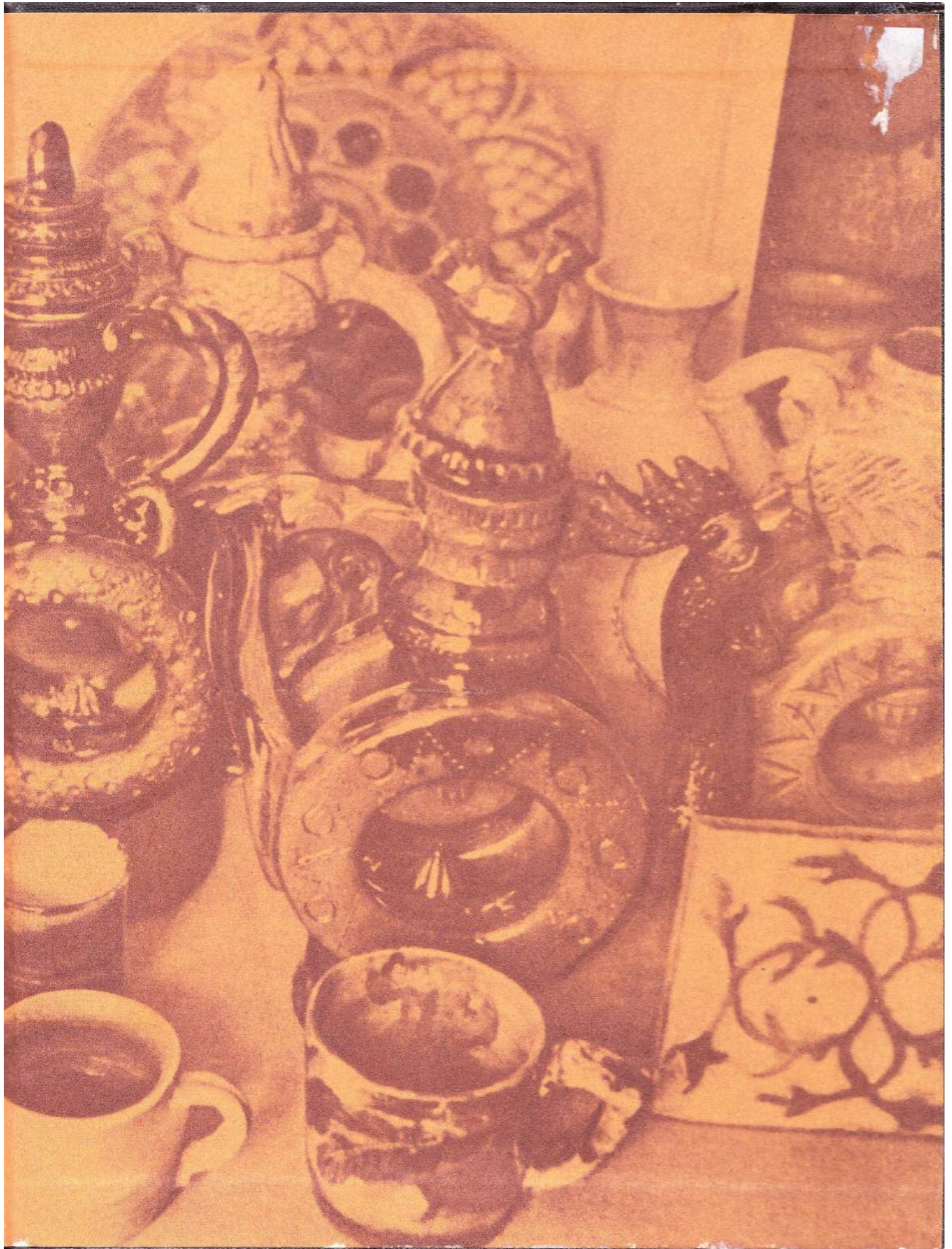
43. Кружка в стиле
«Скопино», 1977



44. Политой изразец
(реставрированный), XVII в.







1р.20к.

ОТСКАНИРОВАНО:
МЕДВЕДЕВА АНЯ, 2016 г.
в образовательных целях